



In der eigenen Wohnung, im Büro, auf Reisen, in der Schule und bei der Unterhaltung, überall bestimmen Technik und Naturwissenschaften unser Dasein. Aber nur in den seltensten Fällen können wir erklären, was die Namen und Begriffe bedeuten, wie Apparate und Maschinen arbeiten. Was ist denn eine magnetische Kupplung? Was bedeuten die Isobaren auf den Wetterkarten? Wie funktioniert das Radar-System und wieviel Strom brauchen Staubsauger und Kühlschrank? Auch der Fachmann kann oft genug Nachbargebiete seines Faches nicht mehr überschauen und steht tagtäglich vor neuen Fragen. Die sechste ergänzte Auflage des

BROCKHAUS DER NATUR-
WISSENSCHAFTEN UND
DER TECHNIK

ist ein modernes Lexikon für jedermann, „das in die Hand jedes technisch interessierten Menschen, vor allem der in technischen Berufen Tätigen gehört.“

BROCKHAUS
DER NATURWISSENSCHAFTEN
UND DER TECHNIK

Das neue Werk umfasst die Naturwissenschaften und die Technik in 10 Bänden und ist in 10 Sprachen übersetzt.

Seit 1858 ist das Werk in 10 Bänden erschienen und ist in 10 Sprachen übersetzt.



F. A. BROCKHAUS LEIPZIG 1858

Brockhaus der Naturwissenschaften und der Technik

Mit rund 2500 Abbildungen im Text und
auf 44 einfarbigen und bunten Tafelseiten
sowie 78 Übersichten

*Sechste, ergänzte Auflage des
ABC der Naturwissenschaften
und der Technik*



F. A. BROCKHAUS WIESBADEN 1964

Einband und Umschlag nach Entwurf von Martin Kausche

2

In diesem Buch werden, wie in allgemeinen Nachschlagewerken üblich, etwa bestehende Patente, Gebrauchsmuster oder Warenzeichen nicht erwähnt. Wenn ein solcher Hinweis fehlt, heißt das also nicht, daß eine Ware oder ein Warenname frei ist.

V. Nr. W 680

© F. A. Brockhaus, Wiesbaden 1964

Printed in Germany

Satz und Druck: Allgäuer Heimatverlag GmbH., Kempten/Allgäu

503
13 86

Bildtafeln

Die Tafeln stehen zwischen den Seiten 320 und 321 in alphabetischer Folge:

1964

Astronomische Instrumente	Landmaschinen
Bergbau	Mathematische Instrumente und Maschinen
Chemie I - II	Meßtechnik
Eisen und Stahl	Mikroskopie
Eisenbahn	Mineralien und Gesteine (Farbtafel)
Elektrische Maschinen	Naturforscher und Erfinder
Elektronengeräte	Photographie
Farbe (Farbtafel)	Raketen und Raumfahrt I - II
Fernsehen	Rundfunktechnik
Fernschreiben und Fernsprechen	Schiff
Filmtechnik	Sonne und Sonnensystem
Flugzeug	Spektren und Spektralapparate
Funkmeßtechnik und Funknavigation	Sterne
Glas und Glasbau	Strömungslehre
Hochbau	Textilmaschinen
Kernphysik I - II	Verbrennungsmotoren
Kraftrad, Moped, Motorroller	Wasserbau
Kraftwagen	Werkzeugmaschinen
Kraftwerk I - II	Wetterkunde
Kunststoffe I - II	

Übersichten und Tabellen

	Seite		Seite
Abgastemperaturen	9	Nutzung der Sonnenenergie	156
Aräometer-Grade	28	Chemische Natur einiger Koenzyme ..	158
Ätzmittel	36	Gruppeneinteilung der Enzyme	159
Ausdehnungskoeffizienten	39	Erdgeschichte	162
Austrittsarbeit	41	Explosionsgrenzen	167
Beleuchtungsstärke	52	Festigkeitseigenschaften der gebräuch-	
Natürliche Böschungswinkel	74	lichsten Werkstoffe	181
Brechzahlen für gelbes Natriumlicht..	76	Fleckenbeseitigung	190
Heizwert einiger Brennstoffe	78	Geschwindigkeiten	216
Vitamin- und Spurenstoffgehalt des		Magmatische Gesteine	216
Brottes	80	Zusammensetzung eines Fensterglases ..	219
Bedeutende Stahlbrücken	83	Ionosphäre	265
Chemische Elemente	90/91	Iso-Linien	266
Dachneigung bei verschiedener Dach-		Kältemischungen	274
haut	96	Kältemittel	274
Dichtezahlen	110	Kolloide	297
Relative Dielektrizitätskonstanten	110	Periodische Kometen	298
Wichtigste Eisenerze	132	Kritische Temperatur und krit. Druck ..	319
Elementarteilchen	152	Kryohydrate	319
Energiereserven aus fossilen Heizstoffen	156	Lautstärkewerte	332

57562

	Seite		Seite
Längenmaße	364	Regelmäßige Körper	459
Flächenmaße	364	Tiefste Schächte	484
Raum- und Hohlmaße	364	Schallgeschwindigkeiten	485
Gewichte (Massenmaße).....	364	Schaltzeichen	487
Maßeinheiten	365	Größte Schleusen	497
Massenresonanzen	366	Schmelzpunkt, Schmelzwärme, Siede-	
Maßsysteme	367	punkt und Verdampfungswärme ...	499
Mathematische Zeichen	368	Schriftgrade	505
Einteilung der Metalle	374	Spektralklassen.....	539
Technisch wichtige Metalle	375	Anzahl der Atome in Sternatmosphären	
Vorsätze zur Vervielfachung und Teilung metrischer Maßeinheiten	377	im Verhältnis zu den Wasserstoff-	
Mineralwässer	381	atomen (H = 1000 gesetzt)	539
Monde	386	Sternschnuppenschwärme	541
Morsezeichen	387	Dosisleistung einiger gammastrahlender	
Papierformate	406	Substanzen	545
Periodisches System der Elemente ...	412	Maximal zulässige Mengen einiger Ra-	
Relative Permeabilität	413	dioisotope	545
Photographische Formate	421	Supraleitende Metalle	554
Empfindlichkeit des photographischen		Bedeutende Talsperren	557
Aufnahmемaterials	421	Erfindungen und Entdeckungen ..	561-565
Planeten	426	Transurane	579
Gliederung des Pleistozäns	428	Bedeutende Eisenbahn-Tunnel	582
Radioaktive Zerfallsreihen	447	Bedeutende Straßen-Tunnel	582
		Zerstörende Prüfverfahren	614

Bemerkungen zur Benutzung

Reihenfolge. Die Stichwörter folgen einander nach dem Abc. Für das Einordnen gelten alle fett gedruckten Buchstaben, auch wenn das Stichwort aus mehreren Wörtern besteht; die Umlaute ä, ö, ü und die wie Umlaute gesprochenen Doppelbuchstaben ae, oe, ue sind behandelt wie die einfachen Buchstaben a, o, u, also folgen z. B. aufeinander **D**amar, **D**ämmerung, **D**ämmstoffe, **D**ampf.

Wörter, die man unter c vermißt, suche man je nach Aussprache unter k oder z und umgekehrt.

Schriftarten. Die Stichwörter sind **fett** gedruckt, Wörter mit gleichem Begriffsinhalt an zweiter, dritter Stelle in *Schrägschrift* (kursiv), z. B. **Schwingung**, *Oszillation*, *Vibration*. Die Schrägschrift wird außerdem für Unterstichwörter im Text und für Bildunterschriften, die GROSSBUCHSTABEN (Kapitalchen) werden zur sachlichen Gliederung des Artikels, für Autorennamen und in sonstiger Hinsicht hervorzuhebende Stellen verwendet.

An Zeichen werden verwendet: * geboren, † gestorben; der Verweisungspfeil → fordert auf, das dahinterstehende Wort nachzuschlagen, um weitere Auskunft zu finden.

Anregungen und Verbesserungsvorschläge aus dem Kreis der Benutzer sind stets willkommen und werden genau geprüft; da der Verleger nicht auf jeden Hinweis antworten kann, spricht er seinen Dank für die Hilfe schon hier aus.

A

A, 1) Abkürzung für → Ampere. **2)** Auf UHREN: avancer, schneller gehen.

A, Abk. für Angström-Einheit, → Angström.

Abbau, 1) CHEMIE: Zerlegung vielatomiger Verbindungen in einfachere. **2)** KERNCHEMIE: Abspaltung von Kernbestandteilen aus Atomkernen. **3)** BERGBAU: Gewinnung nutzbarer Mineralien; auch der Ort ihrer Gewinnung.

Abbauhammer, Drucklufthammer mit Spitzmeißel zum Abbau von Mineralien. Gewicht: 8 bis 14 kg; Schlagzahl: 1500–2000/min (DIN 20361).

Abbe, Ernst, Physiker, * 1840, † 1905, Prof. in Jena, dann wissenschaftl. Leiter der opt. Werkstätten von CARL ZEISS in Jena, später Besitzer der Firma. Zur Verbesserung der opt. Gläser gründete er das Glaswerk Schott & Gen. Er durchdrang den Bau opt. Instrumente (photogr. Objektive, Prismenfernrohre, Mikroskope usw.) mit wissenschaftl. Geist. A. verwandelte 1896 die Firma Zeiss in eine soziale Stiftung zum Nutzen der Arbeitnehmer.

N. GÜNTHER: E. Abbe (*1951).

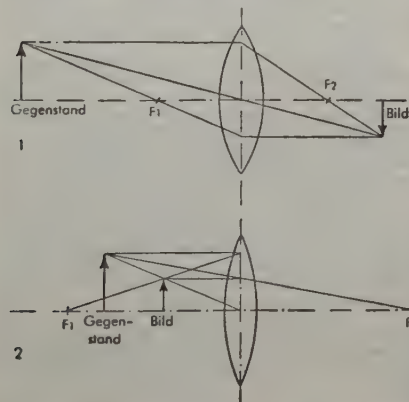


Abbildung: Bildkonstruktion bei einer Sammellinse 1 außerhalb, 2 innerhalb der Brennpunkte F_1 und F_2 .

Abbildung, die getreue Darstellung räumlicher oder flächenhafter Figuren in der Ebene. In der geometr. Optik und in der Mathematik ist der Begriff A. vertieft und verallgemeinert worden.

1) GEOMETRISCHE OPTIK: Die A. geschieht durch abbildende Systeme (Linsen u. ä.). Sie fordert 1) die Wiedervereinigung der von einem Dingpunkt ausgehenden Strahlen in einem Bildpunkt, 2) Ähnlichkeit in den Lagebeziehungen zwischen Dingpunkten und zwischen entsprechenden Bildpunkten. Vereinigen sich die Strahlen wirklich (*reelles Bild*), so kann das Bild auf einem Schirm aufgefangen werden; schneiden sich nur ihre gedachten Verlängerungen (*virtuelles Bild*), so ist die Beobachtung nur unmittelbar mit dem Auge möglich.

Grundsätzlich läßt sich fehlerfrei nur eine Dingebene in einer Bild-Ebene abbilden, praktisch ist die A. innerhalb einer bestimmten Raumtiefe (→ Schärfentiefe) noch genau genug. → Abbildungsfehler.

Die Bauteile abbildender Systeme sollen auf einer *optischen Achse* liegen. Achsenparallel einfallende Strahlen laufen durch den bildseitigen *Brennpunkt* F_2 , sie erscheinen in einer bildseitigen *Hauptebene* (bei A. durch eine Linse deren Symmetrieebene) gebrochen; analoges gilt dingseitig für F_1 und die zugehörige Hauptebene (bei A. durch eine Linse wiederum deren Symmetrieebene; hier fallen also beide Hauptebenen zusammen). Dingabstand g , Bildabstand b , Brennweite f werden immer von den zugehörigen Hauptebenen aus gemessen. Dabei gilt die *Abbildungsgleichung*:

$$\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \text{ oder } (g - f)(b - f) = f^2$$

Die Wiedervereinigung sichtbarer und unsichtbarer (ultravioletter oder ultraroter) Lichtstrahlen geschieht mit Hilfe der

Brechung in → Linsen, der Reflexion an gekrümmten → Spiegeln oder mit Hilfe von beidem. Bei A. durch Elektronenstrahlen, z. B. im Bildwandler, Elektronenmikroskop und Fernsehgerät, und von Strahlen elektrisch geladener Atome (Ionen), z. B. im Massenspektrograph, werden elektrische und magnetische Linsen verwandt (→ Elektronenmikroskop).

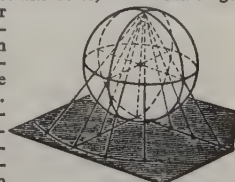


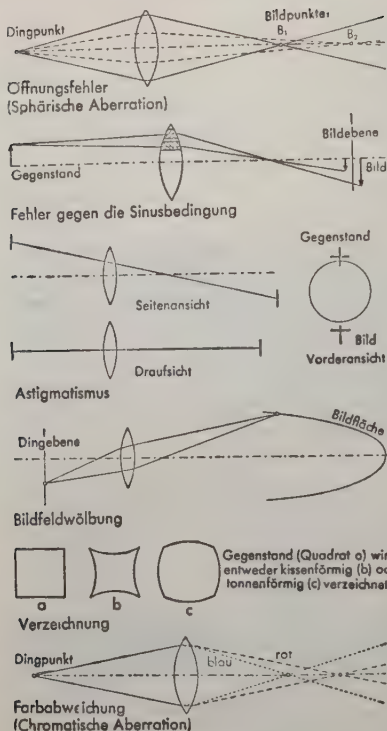
Abbildung von Kurven, die auf einer Kugeloberfläche liegen, auf die Ebene.

2) MATHEMATIK: Ursprünglich wurde sowohl das räumliche Urbild wie das ebene Bild in Punkte zerlegt und jedem Urbildpunkt ein Bildpunkt zugeordnet. Fruchtbarer als diese A. des Raumes auf eine Ebene erweisen sich die A. der Ebene auf sich selbst, des Raumes auf sich selbst und entspr. höherer Räume auf sich selbst. Die für die Mathematik wesentliche Verallgemeinerung des Begriffes der A. beginnt bei diesen A. mit dem Preisgeben anschaulicher Bedingungen wie etwa der, daß der Abstand zwischen zwei Urbildpunkten ebenso groß wie der Abstand zwischen den zugeordneten Bildpunkten sein soll (Unveränderlichkeit oder Invarianz des Abstandes gegenüber der A.). An ihre Stelle treten andere Invarianzeigenschaften, die das ordnende Prinzip in der Fülle der A. bilden. Die allgemeinste Definition einer A. lautet: Gegeben sind 2 Mengen U und B von irgendwelchen Dingen („Elementen“). Eine A. von U auf B ist eine Vorschrift, die jedem Element aus U eindeutig ein Element aus B zuordnet, wobei jedes Element aus B mindestens einmal als Bildelement auftritt. Ist jedem Element von U genau ein Element von B zugeordnet, so spricht man von einer *umkehrbar eindeutigen A.* von U auf B .

Spezielle A. Die A. einer Ebene oder eines Raumes auf sich, bei denen die Abstände je zweier Punkte erhalten (invariant) bleiben, heißen → Bewegungen; bleibt dagegen nur das Verhältnis der Abstände je zweier Punktpaare invariant, so spricht man von einer *affinen A.* Bewegungen und affine A. bilden je eine → Gruppe.

Abbildungsfehler, Abweichungen von der fehlerfreien → Abbildung im Sinne der geometrischen Optik. Die wichtigsten A. sind: a) *Öffnungsfehler*

abbinden – Abdampf



Abbildungsfehler

(sphärische Aberration) mit schlechter Vereinigung achsensymmetr. Lichtbündel großer Öffnung; b) Asymmetriefehler (Koma) mit einseitiger Verzerrung von Bildpunkten bei schräg einfallenden Bündeln; c) Fehler gegen die Sinusbedingung mit verschiedener Vergrößerung durch verschiedene Linsenzonen, d) Astigmatismus mit schlechter Vereinigung 'felgenrechter' und 'speichenrechter' Lichtbündel miteinander; e) Bildfeldwölbung; f) Verzeichnung (kissen- oder tonnenförmig) mit Vergrößerungsunterschieden bei verschiedenen Achsenentfernungen; g) Farbbewegung (chromatische Aberration) mit schlechter

Vereinigung von Strahlen verschiedener Wellenlänge; h) Farbvergrößerungsfehler (chromatische Vergrößerungsdifferenz). Die Farbfehler unter g) und h) sind Folgen der Dispersion bei Linsen für Licht verschiedener Wellenlänge. Die ideale Abbildung mittels achsennaher Strahlen erweist sich bei trigonometrischer Durchrechnung des Strahlenverlaufes als 1. Näherung der tatsächlich vorliegenden Verhältnisse. Bei Berücksichtigung der 3. Näherung ergeben sich die genannten A. Bei der Feinkorrektur innerhalb eines abbildenden Systems ändert der optische Rechner die Daten so lange, bis die A. vernachlässigbar klein sind, nachdem durch analytische Vorrechnung festgestellt wurde, welche Kombination verschiedener Linsen und Spiegel den besten Erfolg verspricht.

H. NAUMANN: Optik für Konstrukteure (*1960).

abbinden, BAUTECHNIK: das Festwerden des Kalk- oder Zementmörtels oder des Betons; im HOLZBAU Abbund, Abbinden, das Bearbeiten der Bauhölzer und das probeweise Zusammenlegen zu einem Bauegefüge.

Abbrand, 1) der Verlust an Metall durch Oxidation. 2) Erzküsten nach dem Rosten (Kies-A.).

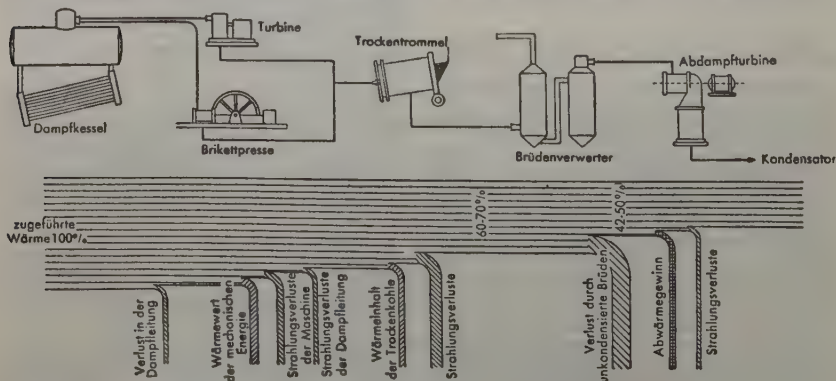
ABC-Waffen, die Atomwaffen, die biologischen und die chemischen Waffen.

Abdampf, Abwärme, Abhitze, die bei einem wärmetechnischen Prozeß abgehende, im eigentl. Arbeitsprozeß nicht genutzte Wärme. Sie wird durch besondere Maßnahmen der Abwärmeverwertung wirtschaftl. genutzt.

Die in A. enthaltene Wärme kann besonders wirtschaftlich bei Auspuff-Dampfmaschinen ausgenutzt werden. Der Auspuffdampf läßt sich entweder zum Heizen, Kochen, Trocknen oder – bei mindestens 8–10 t Dampf/Stunde – zur Kraftezeugung in Abdampf- und Zweidruckturbinen (→ Dampfmaschinen) verwenden.

Brüdensampfverwertung. Aus Trocknungsvorgängen und Eindampfanlagen entweicht die verdampfte, aus dem Trocken- oder Eindampfgut stammende Feuchtigkeit als Brüdensampf, der nach Reinigung von Luft und Staub in Brüdenverwertern zur Heizung (Vakuumheizung) oder Kraftezeugung (Abdampf- und Zweidruckturbinen) herangezogen werden kann (BILD). Weiterhin ist es möglich, die Brüden mit Kolben- und Turbokompressoren zu verdichten und dadurch die Sättigungstemperatur zu erhöhen. Der Brüden kann dann wieder dem Eindampf- oder Trocknungsprozeß als Heizdampf zugeführt werden, wobei er seine Verdampfungswärme abgibt und kondensiert. Der Kompressor dient hierbei als → Wärmepumpe.

Die **Wasserrwärme**, wie sie im Kühlwasser von Groß-Diesel- und -Gasmotoren und in dem Kondensat von Dampfmaschinen und Betriebsdampfverbrauchern (Trocken- und Kochapparate) zur



Abdampf: Wärmeabfuhr in einer Brikettfabrik mit Brüdenverwertung

Verfügen steht, wird am einfachsten zur Warmwasserbereitung ausgenutzt.

DUBBEL: Taschenb. f. d. Maschinenbau (*1961). **abdampfen**, das Trennen eines gelösten Stoffes vom Lösungsmittel durch Wärmezufuhr. Das Lösungsmittel geht dabei in dampfförmigen Zustand über. **Konzentrieren** ist das Anreichern des Gelösten durch partielles A. des Lösungsmittels.

Abdichtung, BAUTECHNIK: Schutz von Bauwerksteilen gegen Durchfeuchtungen.

Gegen aufsteigende **Bodenfeuchtigkeit** schützen waagrecht angeordnete Sperrschichten aus Isolierpappe (Teer-, Blei-, Bitumenpappe) oder Asphalt-Gewebeplatten im Mauerwerk, eine Schicht über Kellerfußboden und in der Schicht unter Kellerdecke verlegt, und 20 bis 25 cm hohe Betonstreifen mit Dichtungszusatz bei Betonwänden gegen aufsteigende Feuchtigkeit. Gegen seitliche Feuchtigkeit kommen fette Zementputze mit gebügelter Oberfläche, Zementputze mit Dichtungszusätzen oder Bitumenanstriche zur Ausführung.

Gegen **Grundwasser** werden Wannen, deren Ränder so belastet sind, daß ein Hochdrücken mit Sicherheit vermieden wird, angelegt. Unter den Stahlbetonwannen oder unter den konkav gemauerten Gewölben wird, auf Unterbeton verlegt, eine aus zwei oder mehreren Bitumenpapplagen mit heißen Klebemassenanstrichen bestehende Pappdichtung ausgeführt, die an den Wänden über den Bereich des höchsten Grundwasserstandes hochzuziehen ist. In gleicher Weise kommen Metallbahndichtungen und solche aus Kunstharzstoffen – die Stöße bei letzteren miteinander verschweißt – zur Anwendung. Geglättete, mit Dichtungszusätzen versehene Zementestriche, an den Wänden hochgezogen, kommen bei geringfügigem Wasserandrang zur Ausführung.

In **Feuchträumen** werden unter den Belagstoffen (Fliesen oder Terrazzo mit Unterbeton), bei Bäderräumen u. ä. zum Schutz der Decken, vorgenannte Papp-, Metall- oder Kunstharzdichtungen ausgeführt.

Gegen **Schlagregen** schützen Anstriche mit Sperrstoffen (z. B. Paraffin, Wachs-, Kunststoffe), sowie Ölfarben, Binderfarben, Kunstharzfarben und Bitumen als deckende Anstriche, ferner Putze mit Sperrzusätzen, meist im Unterputz.

Aberration, 1) ASTRONOMIE: die Verschiebung der wahren Richtung **AS** zu einem Gestirn in die scheinbare Richtung **AS'**, wenn der Beobachter sich in Richtung **EA** bewegt. Sie ist immer in Richtung dieser Bewegung, und die Größe des Aberrationswinkels **SAS'** hängt vom Verhältnis der Geschwindigkeit des Beobachters zur Lichtgeschwindigkeit ab. Die Bewegung der Erde um die Sonne in einer Keplerschen Ellipse mit der Geschwindigkeit von 30 km/s hat daher eine A. der Gestirne zur Folge, die diese in jährl. Periode eine Ellipse (**A.-Ellipse**) durchlaufen läßt, deren große Halbachse 20,47'' beträgt (tg **SAS'** = Erdgeschw. : Lichtgeschw. = 30 : 300 000 = 1 : 10 000). Die A. wurde 1728 von **BRADLEY** entdeckt. Sie stellt einen der Beweise für das Kopernikanische heliozent. Planetensystem dar. **2) OPTIK:** → Abbildungsfehler.



Abfallstoffe, Abfälle, Abgänge, Rohstoffe oder Erzeugnisse, die nicht oder nur ungenügend verwertet werden können: gasförmige (**Abgase**), flüssige (bes. **Abwasser**) und feste A. (bes. **Staub, Müll, Straßeneckschutt**). Die Industrie strebt nach möglicher Einschränkung der Abfallmengen und nach restloser Verwertung der Abfälle zur Herstellung verkaufsfähiger Nebenerzeugnisse. Dringend wird die Frage der Abfallverwertung bei Rohstoffmangel.

In vielen Fällen fordert die Gesundheitspflege die

Beseitigung und Unschädlichmachung der A. Insbesondere gilt dies von den städt. Abfällen (**Städteabfuhr**), die als → **Abwasser, Müll** u. ä. größtenteils verwertet werden. Von **Haushalt-A.** können verwertet werden: Küchenabfälle zur Schweinemast; Knochen zur Herstellung von Leim und Knochenmehl (Kalkphosphat: Dünger); Altmittel, bes. Konservendbüchsen und Zinntuben, zur Gewinnung von Zinn und Eisen; alte Kleidungsstücke und Lumpen für Reißwolle und Papier; Altpapier für Pappe.

K. IMHOFF: Taschenbuch der Stadtentwässerung (*1962).

Abfluß, ober- und unterirdische Wasserbewegung vom Niederschlagsgebiet zum Welt- oder Binnenmeer im Kreislauf des Wassers. **A.-Gebiete** sind die zu einem **Vorfluter** entwässernden, durch Wasserscheiden begrenzten Flächen. **A.-lose Gebiete** umfassen etwa 1/4 der Landoberfläche. Jährliche Gesamt-A.-Menge der Erde etwa 37 000 km³ Wasser.

Abfülleinrichtung, zum Abfüllen von Flüssigkeiten in Flaschen dienende, meist selbsttätig arbeitende Maschine mit Fülleitung und Aufnahmestisch für die Flaschen. Um beim Bier ein Aufschäumen durch Entweichen des gelösten Kohlendioxids zu vermeiden, wird unter Gegendruck abgefüllt, d. h. die Flaschen werden zuvor unter denselben Luftdruck gesetzt, unter dem das Bier im Lagerhaus steht (bis 0,5 atü). → **Füllmaschine**.

Abgas, das bei Verbrennungsvorgängen in Feuerungsanlagen, Verbrennungskraftmaschinen u. a. abgehende heiße Gas, das im wesentlichen aus Stickstoff, Kohlenoxid, Kohlendioxid, Wasserstoff, Sauerstoff und Wasserdampf besteht (→ **Abdampf**).

Die in A. enthaltene Wärme kann entweder unmittelbar abgegeben werden, z. B. zur Trocknung, oder mittelbar in besonderen Abwärmeverwertern, **Economisern** (→ **Dampfkessel, Lufterhitzer, Abhitzekekeln**).

VERSCHIEDENE ABGASTEMPERATUREN

Wärmöfen	800–1200° C
Porzellanöfen	–1000° C
Siemens-Martin-Öfen	550–700° C
Gasmotoren	450–700° C
Gaserzeuger	400–650° C
Dieselmotoren	300–500° C

Abgasturbine, von den Auspuffgasen eines Verbrennungsmotors betriebene → **Gasturbine**. A. verwerten die in den Abgasen enthaltene ungenutzte kinetische und thermische Energie. Verwendung meist bei großen Dieselmotoren und Flugzeugmotoren zum Antrieb eines Aufladegebläses („**Abgasturbolader**“).

abgleichen, genaues einmaliges Einstellen der Induktivität von Spulen (mit einem Schraubkern) oder der Kapazität von Kondensatoren (mit einem Trimmerkondensator) auf den verlangten Wert, z. B. um die Eigenfrequenzen mehrerer Schwingungskreise eines Rundfunkempfängers zur Erreichung bester Trennschärfe in Übereinstimmung zu bringen.

O. LIMANN: So gleicht der Praktiker ab (*1960).

abgraten, in der Metall- und Kunststoffbearbeitung das Abnehmen des überflüssigen oder störenden Werkstoffrandes (**Grat**), der z. B. beim Gießen, Pressen oder Gesenkschmieden entsteht. **Abgratmaschinen** sind Band- oder Scheibenschleifmaschinen oder langsam umlaufende Trommeln, in die die Preßlinge, oft unter Zugabe von Textil- und Lederabfällen sowie Poliermitteln, eingebracht werden (DIN 9894). Beseitigung des Grates beim Schleifen von Werkzeugen, → **abziehen**.

Abguß, Mittel zur Vervielfältigung von Bildwerken u. a. Gegenständen in einer flüssigen oder weichen, später erhärtenden Masse (Gips, Wachs, Ton). Von dem zu vervielfältigenden Gegenstand formt man erst eine Hohlform (**Negativform**) ab, aus der der eigentl. Abguß (**Positivform**) gewonnen wird. Beim A. mit **verlorener Form** wird die Negativform von dem erstarrten A. abgeschlagen; will man die Negativform für mehrere A. erhalten, verwendet man eine **Keilform** aus zahlr. abgeformten zusam-

Abhöreinrichtung – Absättigung

mensetzbaren Keilstücken oder eine *Leim-* oder *Gelatineform* (→ Gießerei).

Abhöreinrichtung, Lauscheinrichtung, dient zum Abhören von Gesprächen und Geräuschen: Versteckt angebrachte Mikrophone nehmen den Schall auf, der über Leitungen an anderer Stelle abgehört oder aufgezeichnet wird. Auch normale Telefonapparate können für diesen Zweck besonders geschaltet werden. Man verwendet auch Mikrophone, die mit einem kleinen Sender verbunden sind und mit Batterien zusammen ein winziges Gerät bilden, das leicht versteckt werden kann. Mit einem darauf eingestellten Empfänger kann dann in größerer Entfernung ohne Leitungsverbindung abgehört werden.

Abietinsäure, $C_{20}H_{30}O_2$, wichtige Harzsäure, wird aus Kolophonum durch Destillation gewonnen.

abkanten, → biegen.

abklingen, das allmähliche Verschwinden, ursprünglich eines Klanges durch Dämpfung der Schallschwingung, später auch auf nichtakustische Schwingungen, z. B. Pendelschwingungen, elektromagnet. Schwingungen, und Strahlungen, z. B. Licht, radioaktive Strahlungen, übertragen.

Abkohlung, der teilweise Entzug von Kohlenstoff aus einem Werkstück aus Stahl.

Abkühlung tritt ein bei Abgabe von Wärme durch Wärmeleitung (Wärmeströmung), Konvektion (an strömende Materie gebundene Wärmeströmung) oder Strahlung (elektromagnet. Strahlung im allgemeinen vorwiegend im Gebiet infraroter Strahlung). Der Wärmeaustausch bis zum Temperaturgleichgewicht zwischen Körpern mit verschiedener Temperatur erfolgt stets von Gebieten höherer Temperatur zu solchen niedriger Temperatur (2. Hauptsatz der Wärmelehre). Die Abkühlungsgeschwindigkeit ist bei kleinen Temperaturunterschieden diesen proportional (*Newtonsches Abkühlungsgesetz*).

Abkühlungsgröße, das mit Spezialinstrumenten (z. B. Katathermometer, Davoser Frigorimeter, Frigorigraph) gemessene Wärmeentziehungsvermögen der Umgebung in Abhängigkeit von Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Wind, Strahlung; wichtig für hygienische und bioklimatische Zwecke.

Ablagerung, GEOLOGIE: der Stoffabsatz auf dem Land und im Wasser durch Verwitterung, Wind, Flüsse, Gletscher, Brandung, Vulkane und Lebewesen. A. heißen auch die abgelagerten Stoffe selbst (→ Gesteine).

Ablation, 1) GEOLOGIE: das Abschmelzen oder Verdunsten des Eises (Gletscher, Inlandeis, Eisberg) durch Sonnenstrahlung, Luftwärme, Wind und Regen. 2) allgemein die → Abtragung.

Ablaufberg, in *Verschlebbebahnhöfen* eine Erhöhung, über die Züge zum Auflösen in die Richtungsgleise abrollen. Die eingefahrenen Züge werden von Rangierlokomotiven über den A. gedreht oder rollen von geneigten Gleisen, in denen sie mit ferngesteuerten Gleisbremsen zunächst festgehalten werden, über den A. unmittelbar an den A. schließen die Verteilungsweichen für die Richtungsgleise an, in die die Wagen vom A. unter Einwirkung der Schwerkraft laufen. Höhe und Neigung der A. werden genau berechnet, so daß die Wagen bis an das Ende der Richtungsgleise laufen können. Abstand und Laufweite der abrollenden Wagen (Gut- und Schlechtläufer) werden durch Gleisbremsen am Gipfel und am Fuß des A. geregelt. Die Verteilungsweichen werden durch elektrische Speicherwerke im Stellwerk so gesteuert, daß jeder ablaufende Wagen durch Befahren von isolierten Gleisabschnitten

selbsttätig die Weichen für den folgenden Wagen stellt. Zerlegeleistung etwa 8 Minuten für einen 60 Wagen starken Zug. Große Verschlebbebahnhöfe leisten täglich bis zu 5000 Wagen (→ Bahnhof).

Ableitung, 1) MATHEMATIK: → Differentialrechnung. 2) FERNMEDETECHNIK: der durch die Leitfähigkeit der Isolation von Leitungen bedingte Nebenschluß, angegeben als *Leitwert*.

Abort, Abtritt. Raum mit Einrichtungen zur Abführung der menschlichen Ausscheidungen: a) *Trockenaborte*, entweder als *Gruben-A.*, bei dem die Abgänge unmittelbar in eine Dunggrube fallen und von Zeit zu Zeit entfernt werden, oder als *Torfstreu-A.* mit auswechselbarem Kübel, bei dem die mit dem Torfmüll gemischten Fäkalien als Gartendünger verwendet werden. b) *Spül-A.* (*Wasserklosett, WC*), bei dem die Abgänge durch Wasser aus einem sich automatisch füllenden Spülkasten oder einem Druckspüler in die Straßen-Entwässerungsleitung geschwemmt werden. Bei vorhandenem Kanalnetz besteht Anschlußzwang.

A.-Anlagen und Kanäle gab es schon um 2800 v. Chr. in Mesopotamien und später in vielen Städten des Altertums (z. B. Cloaca maxima in Rom). Im MA. waren die A. sehr primitiv oft als erkerartige Vorbauten ausgebildet. Ganze Ortskanalnetze wurden erst seit etwa 1880 planmäßig angelegt.

Abplattung, die Verkürzung des Poldurchmessers gegenüber dem des Äquators, ausgedrückt in Einheiten des letzteren. Sie ist eine Folge der Zentrifugalkräfte. Die A. der Sonne und des Mondes ist unmeßbar klein, die der Erde $\frac{1}{327}$, des Mars $\frac{1}{1200}$, des Jupiters $\frac{1}{10}$, des Saturn $\frac{1}{10}$.

abpressen, Hohlkörper zur Prüfung von Widerstandsfähigkeit und Dichtigkeit durch Preßwasser unter Druck setzen.

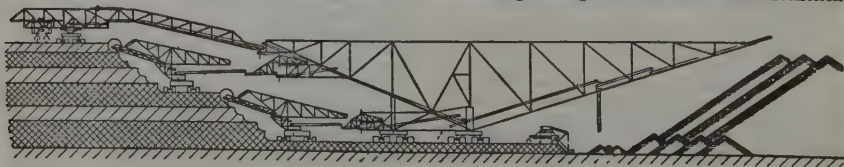
Abrasion, GEOLOGIE: die abhobelnde Wirkung des Meeres, namentlich bei sinkendem Land. Sie schafft die *Abrasionsküste* mit einem *Kliff* und einer leicht seewärts geneigten *Abrasionsfläche*. Letztere kappt die Gesteinslager des Untergrundes, wird aber selbst durch die jungen Meeresabsätze in übergreifender (transgredierender) Lagerung allmählich bedeckt.

abrauchen, vorsichtiges Erwärmen, um schwere Dämpfe, wie z. B. Salzsäure oder Schwefelsäure, aus Feststoffen zu entfernen.

Abräum, BERGBAU (Tagebau): das die Lagerstätte eines nutzbaren Minerals überdeckende taube Gebirge (Deckgebirge). *A.-Förderbrücke*, fahrbare Brücke zum Fördern von Abräum in den entkohlten Teil eines Braunkohlen-Tagebaues. In der Brücke bewegt sich ein Förderband großer Leistung (bis etwa 2000 m³/h), das durch Eimerkettenbagger besichtigt wird. *Abräumssalze*, alte Bez. für Kalihrosalze. Die Schächte zur bergmännischen Gewinnung von Steinsalz bei Staßfurt trafen über dem Steinsalz die bitter schmeckenden, Kalium- und Magnesiumsalze enthaltenden Schichten der Kalihrosalze an, die als nicht verwertbares Material (Abräum) auf die Halde gestürzt wurden, bis ihr großer wirtschaftlicher Wert erkannt wurde.

abrichten, ein Werkstück glätten, ebenen, etwa durch Schleifen oder Hobeln; auch eine Schleifscheibe schärfen. Bei der Holzbearbeitung z. B. bringt man unebene Bretter durch die *Abrichtmaschine*, eine Hobelmaschine (→ hobeln), in eine exakte Form mit parallelen Flächen und rechtwinkligen Kanten.

Absättigung der Bindungskräfte in den Molekülen, Atomen und Atomkernen besteht darin, daß nur eine begrenzte gerade Anzahl Elementarteilchen



Abräumförderbrücke zum wechselweisen Gewinnen von Abräum und Kohle durch angeschlossene Schaufelradbagger

besonders feste Bindungen eingehen oder Bindungen auslösen können, während weitere Teilchen darüber hinaus nur noch schwach oder gar nicht gebunden werden (*Schalenabschluß*). In der Molekularphysik ist ein typischer Fall die homöopolare Bindung, bei der zwei bindende Elektronen entgegengesetzten Spins die Molekülbindung besonders fest gestalten. Bei den Atomkernen wird eine *A. der Kernkräfte* als wesentliche Ursache für die Tatsache angesehen, daß fast alle Atomkerne innerhalb enger Grenzen nahezu die gleiche Dichte besitzen. Die *A. der Bindungskräfte* hängt mit dem Pauliprinzip eng zusammen.

Abscheider, Gerät zum Entfernen von Flüssigkeitsteilen aus Gasen und Dämpfen; Wirkung durch Aufprall, Ausdehnung, Abkühlung oder Teilung des Dampfes oder durch Zentrifugalkräfte, → Zyklon.

Abseicherung, 1) GEOLOGIE: eine Lagerungsstörung, die eine tekton. Einheit mit horizontaler Fläche (*Abseicherungsfäche*) durchschneidet und einen oberen Teil gegen einen unteren vorwärts bewegt, z. B. Schweizer Kettenjura. 2) TECHNIK: → Sicherung.

Abseicherung, PHYSIK und TECHNIK: Störung der Wirkungsabstreitung von Feldern, Strahlungen oder Strömungen.

1) ATOMPHYSIK: Im Atom schirmen die inneren Elektronen die positive Kernladung in ihrer Wirkung auf die äußeren Elektronen (Leuchtelektronen) teilweise ab. Die dadurch bedingte scheinbare Verminderung der Kernladung, die experimentell (spektroskopisch) bestimmt werden kann, heißt *Abseicherungszahl*.

2) AERODYNAMIK: bei Strömungen spricht man von *A.*, wenn ein Körper (z. B. das Höhenleitwerk eines Flugzeugs) in dem von einem anderen Körper (z. B. dem Flügel) gestörten Strömungsbereich liegt.

3) NACHRICHTENTECHNIK: Schutz von Spulen, Kondensatoren, Röhren oder ganzen Geräten gegen magnetische und elektrische Aus- oder Einstrahlung durch metallische, geerdete Hüllen. Die *A.* ist bei Hochfrequenz um so wirksamer, je besser die Leitfähigkeit des Abschirmmaterials und je lückenloser die Hülle ist.

abschrecken, *ablöschen*, Teilvorgang beim → Härten des Stahls und anderer Legierungen.

Absetzer, baggerähnli. Vorrichtung zum Anschütten von Abraumkippen in Braunkohlengruben. Der von Zügen abgedogene Abraum wird durch die *Eimerkette* des *A.* aufgenommen und über die Böschungskante der Kippe durch einen *Förderbandausleger* abgeworfen.

absolute elektrische Einheiten, die an das MKS-System angeschlossenen elektr. Maßeinheiten des MKSA-Systems (→ Maßsysteme).

absolute Helligkeit von Fixsternen, die auf eine Entfernung von 10 Parsec umgerechnete scheinbare Helligkeit (→ scheinbare Größe).

absolute Höhe, der senkrechte Abstand eines Punktes der Erdoberfläche vom Meeresspiegel, genauer vom Normalnullpunkt (→ Normal-Null) des betreffenden Landes.

absoluter Nullpunkt, → Temperatur.

Absonderung, die Zerteilung eines Gesteinskörpers durch Trennungsfugen. Ursachen sind: Volumverminderung durch Abkühlung im festen Zustand bei Eruptivgesteinen, Austrocknung von Sedimentgesteinen, Gebirgsdruck. Man unterscheidet: *bankige*, *plattige A.* (Granit, Quarzporphyr, Sandstein), *prismatische-säulige A.* (Basalt), *kugelige, konzentrisch-schalige A.*, *dünnblättrige A.* (Dachschiefer).

Absorption, 1) die Schwächung von Strahlungen, z. B. Licht, beim Durchgang durch Materie. Bei der *A.* wandelt sich ein Teil der Strahlungsenergie in Wärme und andere Energieformen um. Bei der *A.* von Licht gehen die Moleküle der durchstrahlten Materie teilweise in angeregte Energiezustände über. Da von Molekülen nur bestimmte kleinste Energiebeträge als Anregungsenergie aufgenommen werden können, werden nur bestimmte, von der Beschaffenheit der Materie abhängige Wellenlängen (Frequenzen) absorbiert. Das Spektrum

des austretenden (vorher weißen) Lichtes zeigt daher dunkle Linien und Streifen (*A.-Spektrum*). Auch das Spektrum des Sonnenlichtes enthält *A.-Linien* (*Fraunhofer'sche Linien*), die von der *A.* des Lichtes der Sonnenoberfläche in der äußeren Gaschale der Sonne herrühren. Die Auswertung von *A.-Spektr*en erlaubt weitreichende Schlüsse auf die Beschaffenheit der durchstrahlten Materie. Der *A.-Koeffizient* ist der Bruchteil, um den die Intensität einer Strahlung je Längeneinheit der durchstrahlten Materie abnimmt; aus seinen sprunghaften Änderungen im Röntgen-*A.-Spektrum* (*A.-Kanten*) lassen sich die Ionisierungsenergien der inneren Elektronen der Atome berechnen. Flüssige und feste Körper absorbieren in breiten, unscharf begrenzten Teilen des Spektrums (*A.-Banden*, → Molekül). Rote Tinte z. B. absorbiert fast das ganze sichtbare Spektrum vom Orange bis Violett.

A.-Grad (*A.-Vermögen*) ist der Quotient aus absorbiert und auffallender, *Durchlaßgrad* (*Durchlässigkeit*) der Quotient aus durchdringender und auffallender Strahlung (DIN 1349).

2) die Aufnahme und Auflösung von Gasen und Dämpfen durch Flüssigkeiten oder feste Körper; zu unterscheiden von → Adsorption. Die aufgenommene Gasmenge ist dem Gasdruck proportional (*Henry'sches Gesetz*) und nimmt mit steigender Temperatur im allgem. ab. Der *A.-Koeffizient* gibt die Gasmenge an, die bei 0° C und einem Druck von 760 Torr in 1 cm³ Flüssigkeit gelöst wird. Sauerstoff- und Kohlendioxid-*A.* im Wasser ermöglicht das Leben der Wassertiere und Wasserpflanzen (→ Lösung).

Absorptionsmaschine, → Kältemaschine.

Absperreinrichtung, Vorrichtungen zum Verschließen einer Rohrleitung. Die Größe eines *A.* wird durch die Nennweite in mm (NW) und den Nenn-Druck in atü (ND) angegeben. Übliche Bauarten sind: *Ventile*, *Schieber*, *Klappen* und *Hähne*. Bei allen *A.* wird der Abschluß durch dichtes Aufsetzen eines beweglichen Absperkörpers auf den im Gehäuse fest eingebauten Sitz erzielt.

W. VOLK: *A.* in Rohrleitungen (1959).

Abstand, MATHEMATIK: Grundbegriff der analytischen → Geometrie. Der *A.* zweier Punkte mit den Koordinaten x_1, x_2, x_3 und y_1, y_2, y_3 ist in der Euklidischen Geometrie definiert durch

$\sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + (x_3 - y_3)^2}$. Andere Abstandsdefinitionen führen auf andere Geometrien, z. B. die Riemannsche. – Der *A.* zweier Punktmengen M_1 und M_2 ist die Mindestentfernung eines Punktes aus M_1 zu einem Punkte aus M_2 . Beispiel: Der *A.* eines Punktes P von einer Geraden g ist die Länge des Lotes von P auf g .

abstechen, 1) das Abtrennen einzelner Stücke von einer Metallstange auf der → Drehbank.

2) von Hochöfen, Kupolöfen usw.: das Ablassen des geschmolzenen Metalls aus dem Ofen.

abstecken, im

HOCHBAU: das Fest-

legen der Lage von

Mauerfluchten im

Gelände mittels

Schnurgerüst und

Fluchtschnur

(BILD). Bei INGE-

NIEURBAUTEN mit

vornehmlicher Längs-

ausdehnung, wie

bei Straßen, Eisen-

bahnen, Kanälen, ist

das *A.* der Achse

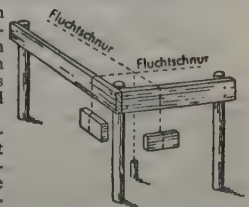
von bes. Bedeutung

und wird mit Vermessungs-

geräten vorgenommen.

abstimmen, FUNKTECHNIK: das Einstellen eines Schwingungskreises des Empfängers oder Senders auf die gewünschte Frequenz durch Veränderung seiner Kapazität (*Drehkondensator*) oder Induktivität (*Variometer*). *Abstimmanzeigeröhre*, das → *Ma-* matische Auge.

Abszisse, → Koordinaten.



abstechen: Schnurgerüst

abteufen – Abzweigung

abteufen, BERGBAU: ein Bohrloch oder einen Schacht niederbringen.

Abtragung, die Summe aller an der Einebnung und Zerstörung des Gebirgsbaues beteiligten Vorgänge durch chem. und mechan. Faktoren, insbes. das fließende Wasser (→ Erosion).

abtreiben, das Herausoxydieren unedler Bestandteile durch Schmelzen der Metalle im Luftstrom.

Abtrieb, die in einem Getriebe umgeformte, an seinem Endglied (*A.-Glied*) wirksam werdende Bewegung oder Kraft. Gegensatz: → Antrieb.

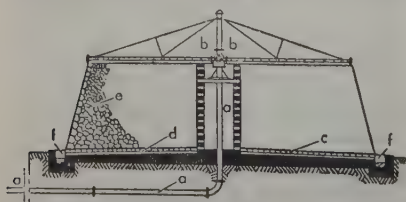
Abtrieb, Versegelung, die durch Wind oder Strömung verursachte Ablage eines Schiffs oder Flugzeugs vom Sollkurs.

abwälzfräsen, **abwälzstoßen**, zwei Verfahren zur Herstellung von Zahnrädern durch Ausarbeiten von Zahnflanken. Beim **abwälzstoßen** schneidet ein gehärtetes Zahnrad mit scharfgeschliffenen Zähnen durch ständige Auf- und Ab-Bewegung bei gleichzeitiger Abwälzung mit dem Radkörper eine Zahnflanke nach der anderen aus; auch Innenverzahnung ist möglich. Beim **abwälzfräsen** (nur Außenverzahnung) bewegen sich schneckenförmige Abwälzfräser und Radkörper wie Schnecke und Schneckenrad, wobei der Fräser außerdem eine Bewegung parallel zur Achse des Werkrades ausführt und alle Zahnflanken in gleichen Arbeitsfortschritten fertigstellt.

Abwärme, **Abhitze**, → Abdampf.

Abwasser, durch häuslichen, gewerblichen oder industriellen Gebrauch verschmutztes Wasser. Beseitigung durch → Stadtentwässerung zusammen mit Niederschlagwasser des bebauten Geländes, eindringendem Grundwasser, eingeleitetem Bachwasser. *A.-Menge* in Deutschland etwa bei Trockenwetter 150 l je Einwohner und Tag (ohne Großindustrie) mit etwa je 80 g mineral. und 110 g organischen Schmutzstoffen, etwa zur Hälfte gelöst. Maßstab für Verschmutzung und Güte der A.-Reinigung gibt die Abnahme des biochemischen Sauerstoffbedarfs (BSB) in Vol.-%. *Industrie-A.* vergrößern die Verschmutzung, Regen, Grund- und Bachwasser wirken verdünnend.

Die *A.-Reinigung* soll soweit gehen, daß die Selbstreinigungskraft der Vorfluter, die heute in Trockenzeiten meist erschöpft ist, ausreicht, den restlichen Schmutz abzubauen. *Mechanisch* werden Schwimm- und Schwefelstoffe durch feine Siebe, Rechen, Sandfilter oder im Absetzbecken abgeschieden, Öle, Fette, Benzin im Schwimmabscheider. *Chemische Zusätze* können die Absetzfähigkeit des Schmutzes



Abwasser: biologischer Tropfkörper mit rundem Aufbau; a) Zuleitung des mechanisch geklärten Abwassers zum Tropfkörper, b) Drehsprinkler, c) Sohle des Tropfkörpers mit Formsteinen, d) Sammelrinne, e) Tropfkörpermaterial mit von unten nach oben abnehmender Korngröße (meist Steinkohlenschlacken), f) Reinwasser-Abflußrinne.

in Absetzbecken verbessern oder keimtötend wirken. *Biologische Verfahren* entfernen die Schmutzstoffe natürlich durch Abbau auf Kulturböden (Rieselfelder oder Verreignung) oder in Fischteichen oder Belebungsanlagen durch luftbedürftige (aerobe) sowie in Faulräumen durch luftmeidende (anaerobe) Fäulnisbakterien; letzteres vorwiegend für Klärschlammabbau (Ausfäulung) unter Gewinnung von Faulgas (Methan).

Weiter werden aus A. gewonnen: Dünge- und

Humusstoffe, Schlammkohle, Phenole, Zellstoff u. ä. Krankenhaus- A. und häusliche A. in Zeiten von Epidemien werden durch Chlor desinfiziert.

A.-Last ist die Zahl der an Entwässerungsanlagen angeschlossenen Einwohner zuzüglich eines Einwohnergleichwertes für Industrie, bezogen auf 1 l/s des Niedrigwassers im Vorfluter. *A.-Lastplan* eines Gewässers gibt diesen Wert, vermindert um die der Laufzeit entsprechende Selbstreinigung an.

IMHOFF: Tbl. der Stadtentwässerung (1962); „Hütte“ des Ing. Taschenbuch III (1956).

Abweichung, 1) ASTRONOMIE: die Deklination (→ astronomische Koordinaten).

2) die Differenz zwischen dem Mittelwert einer statist. Reihe und einem Reihenwert. → Fehler.

abwickelbare Flächen, Flächen, die sich in eine Ebene abwickeln lassen, z. B. Zylinder- und Kegelmantel.

Abziehbild, ein Bild, das spiegelverkehrt auf ein mit wasserlös. Grundierung versehenes Papier gedruckt ist. Zum Abziehen wird es erweicht, auf die neue Unterlage aufgedrückt und das Papier weggezogen. Verwendung als Werbedruck, Betriebsvorschriften auf Maschinen u. a.

abziehen, 1) METALLBEARBEITUNG: das Nachschleifen von Werkzeugen, meist von Hand, zum Glätten der Schneide, oder um der Schneide den beim Schleifen entstandenen Grat zu nehmen. Der hierzu verwendete *Abziehstein* ist ein feinkörniger Schleifstein. Natürliche Abziehsteine sind die Arkansas-Steine, Quarzite aus den Ozarkbergen (Arkansas). Abziehsteine, die an Stelle von Wasser mit Öl benetzt werden, heißen auch *Ölsteine* (DIN 7231).

2) HOLZBEARBEITUNG: das Abschaben, d. h. Abnehmen feinsten Späne mit der Abziehklinge oder Ziehklinge, einer Stahlplatte mit scharfer Kante, oder mit Glasscherben, zur Erzeugung einer glatten Oberfläche.

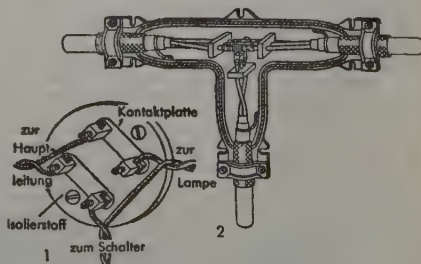
3) das Herunterschieben eines Rades von einer Welle oder Achse, oft durch eine Abziehvorrichtung.

4) TEXTILCHEMIE: das Entfernen von Färbungen, Bedruckungen, Imprägnierungen u. ä. Oft genügen schon stark waschende Kräfte zum A. (→ waschaktive Substanzen). Bei größerer Widerstandsfähigkeit der Farbstoffe versucht man entweder zu oxydieren (→ bleichen) oder zu reduzieren. In beiden Fällen wird das Farbstoffmolekül chemisch verändert, u. U. sogar zerstört, und die Verbindung mit dem Textilgut gelockert oder aufgehoben. Sehr stark reduzierend wirken Spezialabziehmittel, die auch beim Ausfärben licht-, wasch- und kostefester Küpen-Färbungen verwendet werden.

Abzug, 1) eine Öffnung zum Entweichen von Gasen, z. B. Rauchgas-A. 2) DRUCKTECHNIK: Einzelabdruck auf der Abziehpresse. 3) Vervielfältigung eines Lichtbildes. 4) die Gesamtheit der vollen Spulen einer Spinnmaschine. 5) bei SCHUSSWAFFEN: Vorrichtung zum Abfeuern (A.-Vorrichtung).

Abzweigstellen sind Bahnanlagen der freien Strecke, wo Züge ein Gleis der freien Strecke verlassen oder in ein solches einfahren können.

Abzweigung von elektrischen Leitungen ge-



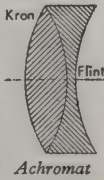
Abzweigung: 1 Abzweigdose, Klemmeinsatz, 2 Abzweigmuffe.

schiebt bei Kabeln in Muffen (Eisen), bei Innenleitungen in Dosen (Isolierstoff oder Metall), die auf oder unter dem Putz installiert werden. *Abzweigmuffen* sind zweiteilig; nach Verschrauben beider Hälften wird der Hohlraum mit Isoliermasse ausgegossen. *Abzweigdosen* haben abnehmbaren Dekkel; im Innenraum dienen Klemmen mit Kontaktschrauben zur Verbindung und A. Für größere Leitungsdurchmesser oder eine größere Anzahl von Abzweigungen verwendet man *Abzweighäuser*.

Ac, chem. Zeichen für → Aktinium.

Achat, geschichtete oder gebänderte Abart des Chalzedons, bildet sich aus Kieselsäurelösungen in Hohlräumen (A.-Mandeln) von Ergußgesteinen. A. mit scharf abgegrenzten weißen und schwarzen, braunen oder roten Schichten heißen *Onyx*. Die besten A. liefern Uruguay, Brasilien, Indien. Hauptort der Verarbeitung ist Idar-Oberstein im Nahe-tal. A. wird zu Schmuckgegenständen sowie zu Zapfen, Lagern, Reibschalen u. a. verwendet.

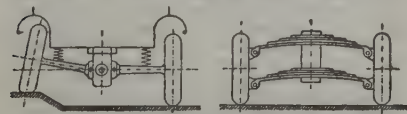
achromatisch heißen abbildende Systeme mit korrigierten Farbfehlern, insbes. wenn die Farbabweichung für 2 Wellenlängen behoben ist (→ Abbildungsfehler). Der einfachste *Achromat* besteht aus einer sammelnden Kron- und einer weniger stark streuenden Flintlinse mit jeweils verschiedener Dispersion. Noch vollkommener ist die *apochromatische* Korrektur.



Achsanordnungen, 1) *Wagen*: im allgem. *Starrachsen* in fester Verbindung mit dem Fahrzeuggestell und nach außen etwas abwärts geneigten Achsenknebeln. Dieser *Achssturz* bewirkt, daß die Räder gegen die innenliegenden Stoßscheiben auflaufen.

2) *Kraftwagen*: nachgiebige Aufhängung der Räder am Rahmen oder bei rahmenlosen Fahrzeugen am Wagenkörper unter Zwischenschaltung einer Federung. Neben *Starrachsen* baut man *Schwingachsen*, bei denen sich die Räder unabhängig voneinander bewegen können. Bei Lastwagen sind *Starrachsen* üblich, bei Personenzugwagen *Schwingachsen* (BILD).

3) *Eisenbahn-Achsen* sind sich in Achslager drehende Wellen, auf denen die Räder starr befestigt sind (*Radsatz*). Die *Achslager* sind als Wälz-



Achsanordnungen am Kraftwagen: links Pendelachse mit Schraubenfedern; rechts Querparallelogramm mit Blattfedern.

oder Gleitlager ausgeführt. Durch Federung bewegt sich das Achslager senkrecht in der *Achsgabel*; der untere Teil dient als Ölbehälter.

Achse, durch besondere Eigenschaften ausgezeichnete Linie, insbes. die *Symmetrieachse*.

1) *Koordinatenachsen* als Symmetriegeraden werden in der analytischen Geometrie, bes. in der Geometrie der Kristallsysteme, verwendet. Man faßt sie dort mit den optischen A. der Kristalle und den Symmetrieachsen als *kristallographische A.* zusammen.

2) **PHYSIK**: *Drehachse* (*Rotationsachse*) eines Körpers oder eines Systems von Körpern ist diejenige Gerade, deren Punkte bei einer Drehung, oft auch nur während relativ kurzer Zeit, in Ruhe bleiben. Sie kann frei beweglich (Erddachse) oder in einem (Spielkreisel) oder mehreren Punkten (Antriebsrad einer Maschine) gelagert sein.

Die *optische A.* eines abbildenden Systems ist dessen rotationssymmetrische A.; sie läuft durch die Krümmungsmittelpunkte von Linsen und Spiegeln, die entsprechend 'zentriert' sein müssen.

3) **GEOLOGIE**: *tektonische Linie* im Scheitel oder Kern eines größeren Faltungselements (Sattel-, Mulden-A., → Faltung).

4) **TECHNIK**: mit Zapfen versehener Stab zur Aufnahme von Rollen, Rädern und Scheiben, deren radial und axial wirkende Belastungskräfte er auf die Lager überträgt. Im Gegensatz zur → Welle dient er aber nicht zur Fortleitung von Drehmomenten. Zum Teil davon abweichende Bauarten zeigen die *Fahrzeugachsen*, → Achsanordnungen.

Achslast, *Achsdruk*, der auf jede der Achsen eines Fahrzeugs entfallende Anteil des Gesamtgewichts. Mit zunehmender A. erhöht sich die auf Fahrbahn oder Schiene übertragene Reibungskraft und damit bei Straßen- und Schienenfahrzeugen die mögliche Zugkraft. Mit Rücksicht auf die beschränkte Widerstandsfähigkeit der Fahrbahn und der Gleisanlagen ist die zulässige A. begrenzt. Bei Kraftfahrzeugen darf die A. der höchstbelasteten Einzelachse 7,5 t betragen. Bei Schienenfahrzeugen beträgt die größte zulässige A. in Deutschland 25 t.

ACTH (adrenocorticotropes Hormon), *Corticotropin*, ein Hormon des Vorderlappens der Hirnanhangdrüse, reguliert die Tätigkeit der Nebennierenrinde, wirkt bei künstlicher Zuführung ähnlich wie Cortison; chemisch ein Polypeptid aus 39 kettenartig verbundenen Aminosäuren mit dem Molekulargewicht 4566.

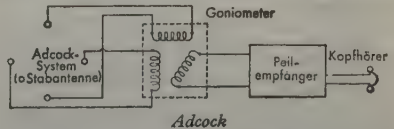
Actidion, aromatische Verbindung, die neben einem Benzolring einen stickstoffhaltigen Ring enthält und als Begleiter des Streptomycins aus dem Pilz *Streptomyces griseus* gewonnen wurde. A. wirkt hemmend auf das Wachstum vieler Hefen und Pilzkrankheiten und wird als Abschreckungsmittel gegen Mäuse, Ratten u. dgl. vorgeschlagen.

Actinomycine, Naturstoffe aus Pilzen der Gruppe *Actinomycetales*, chemisch Chromopeptide. Die A. hemmen das Wachstum von Bakterien und Pilzen und können bei höheren Lebewesen die Zellteilung verhindern. Wegen ihrer schädlichen Nebenwirkungen ist jedoch ihre Verwendbarkeit zur Behandlung von Geschwulst- und Infektionskrankheiten gering.

actio=reactio, *Aktion=Reaktion*, das von NEWTON als lex tertia (3. Gesetz) der Mechanik bezeichnete *Reaktionsprinzip*: „Der actio immer entgegengesetzt und gleich ist eine reactio oder die gegenseitigen Aktionen zweier Körper aufeinander sind immer gleich und nach entgegengesetzten Seiten gerichtet.“

Adaptation, die Anpassung des Auges an das vorhandene Helligkeitsniveau, erfolgt beim Übergang zur Dunkelheit durch Umschaltung von den weniger empfindlichen Elementen der Netzhaut, den Zapfen, auf die hochempfindl. Stäbchen sowie durch Erweiterung der Augenpupille. Zapfensehen = *Tagesehen* = *Helladaptation*; Stäbchensehen = *Nachtsehen* = *Dunkeladaptation*.

Adcock, nach dem Engländer ADCOCK benanntes Peilsystem, das die *nachteffektfreie* Peilung eines Senders ermöglicht. Es besteht aus mindestens zwei im Abstand voneinander angeordneten Linearantennen, deren Empfangsspannungen gegeneinander ge-



schaltet werden. Die Differenzspannung ergibt die Peilspannung; bei 2 Antennen nur als *Dreh-Adcock* verwendbar. Heute ist der *Mehrantennen-Adcock*, bestehend aus 4 oder 6 Einzelantennen, in Verbindung mit einem *Goniometer* üblich.

Addiermaschine, einfache → Rechenmaschine zum Addieren und Subtrahieren.

Addition, → Grundrechnungsarten.

Additionstheorem, 1) **MATHEMATIK**: eine Formel, die es gestattet, den Funktionswert $f(x+y)$ aus den Werten $f(x)$ und $f(y)$ zu berechnen. Beispiel: $\sin(x+y) = \sin x \cdot \cos y + \cos x \cdot \sin y$.

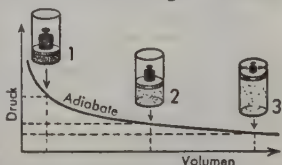
2) *A. der Geschwindigkeiten*, → Relativitätstheorie.

Adhäsion – Aerologie

Adhäsion, das Haften von Stoffen aneinander, beruht auf Kräften, die die Moleküle verschiedener Stoffe aufeinander ausüben, wenn sie sich sehr nahe kommen; z.B. die Haftwirkung des Wassers an Gegenständen, die man aus dem Wasser hebt, die Haftfähigkeit extrem eben geschliffener Flächen aneinander (z.B. angesprengte oder angeschobene → Endmaße).

Adiabatenhypothese, **Adiabatensatz**, spricht eine von P. BIRENFEST 1916 zunächst als Hypothese vorgetragene Gesetzmäßigkeit aus: Wenn die äußeren Bedingungen, denen ein Atom ausgesetzt ist (z.B. ein magnetisches Kraftfeld, sich ganz langsam ändern, so wird das Atom hierdurch nicht zu Quantensprüngen veranlaßt.

adiabatisch nennt man in der Wärmelehre die Zustandsänderung eines wärmeisolierten Systems, dem also Wärme weder zugeführt noch entzogen wird. Bei der *a. Verdichtung* eines Gases (Luftpumpe) wandelt sich die aufgewendete Verdichtungsarbeit in Wärme um (Temperaturerhöhung); umgekehrt muß bei *a. Ausdehnung* Abkühlung eintreten. Für ideale Gase ergibt sich die *Poissonsche Gleichung* des a. Zustandes: $p \cdot v^\kappa = \text{konst}$ (p = Druck, v = Volumen, $\kappa = c_p/c_v$ = Verhältnis der spez. Wärmen bei konstantem Druck und konstantem Volumen). Die durch diese Gleichung dargestellte Kurve heißt *Adiabate*. Wichtig sind insbes. für den Meteorologen die *a. Bewegungen* der Atmosphäre, zu denen praktisch alle rascheren Bewegungen wolkenfreier Luft gerechnet werden können. Wegen des abnehmenden Druckes kühlt sich die Luft bei raschem Aufsteigen um rund 10° je km ab und erwärmt sich beim raschen Absteigen um ebensoviel. Ist die aufsteigende Luft feucht, so kann durch Kondensationsvorgänge (Wolkenbildung) die Abkühlung vermindert werden.



adiabatisch. Schaubild der Adiabatengleichung: bei hohem Druck ist das in ein Gefäß eingeschlossene Gasvolumen klein (1), es wächst mit abnehmendem Druck (2 und 3).

Adipinsäure, durch Einwirkung von Salpetersäure auf → Fette, heute synthetisch über Zyklohexanol gewonnene organ. Säure mit der Formel $\text{HO}_2\text{C} \cdot (\text{CH}_2)_4 \cdot \text{CO}_2\text{H}$. A. dient zur Herstellung von Nylon und als Ersatz für Weinsäure in der Lebensmittelindustrie. A.-Ester sind Weichmacher.

Adiuretin, Hormon des Zwischenhirn-Hypophysen-Systems (→ Neurohormone), das die Wasserausscheidung in der Niere hemmt und damit die Konzentration des Harns an Feststoffen, bes. an Kochsalz, steigert. Im gesunden Organismus regelt es neben anderen Hormonen den Wasser- und Mineralhaushalt.

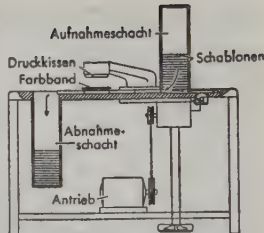
Adler, lat. *Aquila*, Sternbild des nördl. Himmels.

Adrenalin, Hormon der Nebennieren, mit dem synthet. *Suprarenin* identisch. A. ist ein Abkömmling des Brenzkatechins. Es bewirkt noch in außerordentl. Verdünnungen (bis 1 Teil auf 10^{11} Teile Wasser) Verengerung der Blutgefäße, Beschleunigung des Herzschlages, Hemmung der Darmbewegungen, Lösung des Krampfes der Bronchialmuskulatur (Asthma), Erhöhung des Blutzuckergehaltes. Zusammen mit dem ähnlich wirkenden *Arterenol* ist es chem. Überträgersubstanz von Nervenfasern im sympath. Nervensystem.

Adresse, Symbol für einen bestimmten Platz zur Speicherung von Informationen im Speicherwerk eines Rechenautomaten.

Adressiermaschine, Büromaschine, die gestapelte Briefe mit wechselnden Anschriften, Werbeaufdrucken usw. versieht. Die Schrift ist in Metallplatten (Größe etwa $6 \times 14 \text{ cm}$) geprägt oder mit der Schreibmaschine auf Faserstoff- oder Hektographen-

schablonen geschrieben. Solche Druckträger können Sortierzeichen enthalten, nach denen die A. nur ausgewählte Teilgruppen zum Druck verwendet. Größere A. drucken im gleichen Arbeitsgang Texte von mehreren Druckträgern, auch in verschiedenen Farben, zusammen.



Adressiermaschine („Adrema“), schematisch.

Stundenleistung bei Motorantrieb über 6000 Drucke.

Adsorption, die Aufnahme von Gasen, Dämpfen oder gelösten Stoffen an der Oberfläche fester Körper, beruht auf Molekularkräften. Besonders stark adsorbieren poröse Stoffe, wie präparierte Kohle (→ Aktivkohle), Kaolin, Kieselgur und feinverteilte kolloidale Niederschläge, wie Kieselsäure-Gel, Aluminiumhydroxid. Die A. ist proportional der inneren Oberfläche des adsorbierenden Körpers und wird begünstigt durch tiefe Temperatur und hohe Konzentration des zu adsorbierenden Körpers. Die A. spielt eine wichtige Rolle bei biologischen Prozessen, beim Färben, Filtern, Reinigen und bei katalytischen Prozessen der chem. Technik. Gase können im allg. nur unterhalb der krit. Temperatur adsorbiert werden. Daher adsorbieren gewöhnl. Gasmasken das giftige CO nicht. – *Adsorptionsanalyse*, → Chromatographie.

Adular, ein sehr reiner, häufig wasserklarer Orthoklas (→ Feldspat) alpinen Klüfte.

AE, Abk. für → Ängström-Einheit.

Aerodynamik, die Lehre von den Bewegungen der Gase. Solange bei Gasströmungen die Dichte annähernd konstant bleibt, gelten für sie die Hydrodynam. Bewegungsgesetze der (praktisch „inkompressiblen“, nicht zusammendrückbaren) Flüssigkeiten. Der Zweig der A., der sich mit Gasbewegungen befaßt, die mit erheblichen Dichteschwankungen verbunden sind, heißt → Gasdynamik (→ Strömungslehre). Die *Aerostatik* behandelt die Gleichgewichtsgesetze für gasförm. Massen. Die Bedürfnisse der Luftfahrttechnik gaben seit Beginn des 20. Jahrh. Anlaß zu einer erfolgreichen Entwicklung der A. Großen Anteil an dieser Entwicklung haben die *aerodynamischen Versuchsanstalten*, wissenschaftl. Anstalten zur Erforschung strömungstechnischer Fragen und zur Prüfung der entsprechenden Geräte und Modelle. Oft wurden aerodynam. Versuchsanstalten mit anderen Instituten zu *Luftfahrtforschungsanstalten* zusammengefaßt. Das von PRANDTL in Göttingen 1907 gegründete Institut ist jetzt im Max-Planck-Institut für Strömungsforschung aufgegangen.

PRANDTL: Führer durch die Strömungslehre (1960).

aerodynamische Turbine, → Gasturbine mit geschlossenem Kreislauf des Arbeitsmittels.

Aeroelastizität, bes. an Flugzeugflügeln und -leitwerken auftretende Vorgänge der elast. Verformung, die durch das Zusammenwirken von aerodynam. mechan. und Massenkraft hervorgerufen werden. Luft- und Massenkraft verformen und verbiegen den Flügel und ändern damit seine aerodynam. Eigenschaften, was wieder zur Änderung der Luftkräfte führt, die das elast. Verhalten des Flügels beeinflussen.

Aerologie, die systemat. Erforschung (seit etwa 1890) der freien Atmosphäre; sie hat sich durch den Luftverkehr rasch entwickelt und der Meteorologie einen starken Auftrieb verliehen (*Flugmeteorologie*). Ältere Meßverfahren sind Drachen, Frei-, Fessel-, Registrierballon sowie zur Windmessung der Pilotballon; heute herrscht die → Radiosonde vor, ergänzt durch Flugzeug- und Raketenaufstiege und Wettererkundungsflüge, ausgehend von einem ziemlich

ichten Netz von aerolog. Observatorien bis in die Polarregionen. Gemessen werden regelmäßige Temperatur, Feuchtigkeit, Luftdruck, Wind in 15 bis 20 km Höhe. Die Ergebnisse werden in Höhenwetterkarten oder Vertikalschnitten verarbeitet, die den Wetterablauf dreidimensional wiedergeben.

Aeromechanik, Mechanik der Gase mit den Teilgebieten → Aerodynamik und Aerostatik.

Aeronomie, die Wissenschaft von der gesamten freien Atmosphäre einschließlich Stratosphäre und Ionosphäre.

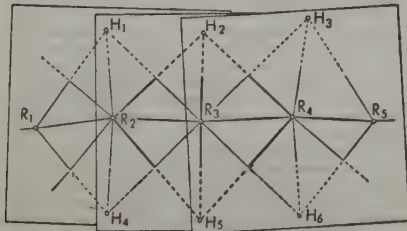
Aeropause, → Aerosphäre.

Aerophotographie, die Photographie aus dem Luftraum (→ Photogrammetrie).

Aerosol, die kolloidale Verteilung von flüssigen (Nebel) oder festen (Rauch) Teilchen in einem gasförmigen Dispersionsmittel. Die atmosphärische Luft enthält in Staub, Kondensationskernen, Ionen (Luftlektrizität) sowie in den Elementen der Wolken Teilchen sehr verschiedener Art und Größe bis herab zu Molekülkomplexen. In Medizin und Schädlingsbekämpfung verwendet man *künstliche A.* In Infektionsabteilungen von Krankenhäusern, in Schulen, Versammlungsräumen, Verkehrsmitteln werden zur Luftentkeimung durch besondere Vorrichtungen Flüssigkeiten versprüht. *A.-Bombe*, ein Behälter mit Sprühventil für Schädlingsbekämpfungsmittel, Farben u.a. Als Treibgas dienen Freon-Verbindungen.

Aerosphäre, der Bereich der Erdatmosphäre, in dem sich die Luftfahrt abwickelt. Obere Grenze (1959) 15 km Höhe; die über der A. bis etwa 200 km Höhe liegende Schicht der Atmosphäre heißt *Aeropause*.

Aerotriangulation, die Überbrückung festpunktsloser Räume durch Luftaufnahmen, die sich in der Flugrichtung um etwa 60 % überdecken (→ Photogrammetrie). Die Übertragung des Grundrisses und der Höhen von Luftbild zu Luftbild erfolgt dabei durch Pyramiden, die sich teilweise durchdringen mittels des *Folgebildanschlusses* an einem stereoskop. räuml. Auswertegerät. Notwendig sind im ersten und womöglich auch im letzten Bild-



Aerotriangulation: Radialtriangulation durch Bildung einer Rautenkette. R_1 – R_5 Radialpunkte; H_1 – H_6 Hilfspunkte.

paar terrestrisch bestimmte Paßpunkte. Bei längeren Flugstrecken sind zur Vermeidung von Fehleranhäufungen Hilfsgeräte zweckmäßig wie die *Horizontbildkammer* und vor allem das *Statoskop*, ein Feinhöhenmesser zur Bestimmung der relativen Flughöhen.

Soll nur der Grundriß übertragen werden, verwendet man die *Radialtriangulation*; die Bildmittelpunkte oder die Nadirpunkte bilden dabei einen Polygonzug, in dem die Maßstabsübertragung durch seitliche Hilfspunkte mittels Rauten erfolgt. Die Radialtriangulation kann auf mechan. Weg auch flächenhaft durchgeführt werden.

R. FINSTERWALDER: Photogrammetrie (*1952).

affin, MATHEMATIK: → Geometrie.

Affination, → Gold-Silber-Scheidung.

Ag, chem. Zeichen für → Silber.

Agar-Agar entstammt einer ostindischen Algenart, die mit Ozon oder organischen Säuren behandelt, einen kleisterartigen, nur in heißem Wasser löslichen Klebstoff liefert, der auch als Verdickungsmittel und in der Medizin verwendet wird.

Aggregat, geordnete Zusammenfassung mehrerer (vieler) gleichartiger oder verschiedenart. Bestandteile, z. B. MATHEMATIK: mehrgliedrige Zahlengröße; TECHNIK: aus mehreren Maschinen bestehender Maschinensatz, z. B. Turbo-A.: Dampfturbine mit Generator gekoppelt.

Aggregatzustand, die Art des inneren Zusammenhalts eines Stoffes, die einerseits durch die wechselseitige Anziehung der Moleküle, andererseits durch die im entgegengesetzten Sinne wirkende Wärmebewegung bestimmt wird. Im *festen A.* überwiegen die anziehenden Kräfte, die Moleküle des Stoffes nehmen gegenseitig feste Plätze ein, um die sie lediglich örtliche Schwingungen ausführen (Formbeständigkeit). Im *flüssigen A.* sind die Moleküle gegeneinander leicht beweglich, die Wärmeenergie reicht jedoch nicht aus zu ihrer vollständigen Trennung (Bildung einer Oberfläche). Im *gasförmigen A.* überwiegt die Wärmebewegung, die Moleküle trennen sich beliebig voneinander (Ausdehnung). – Der „natürliche“ feste Körper ist der *Kristall*; finden die Moleküle einer erstarrenden Schmelze nicht die Zeit, geordnete Plätze einzunehmen, so entsteht ein *amorpher fester Körper* (Gläser, viele Kunststoffe), der auch als „unterkühlte“ Flüssigkeit aufgefaßt werden kann. Der flüssige A. selbst wird heute als Übergangsfarm zwischen dem gasförmigen und festen A. betrachtet, → Flüssigkeit. Bei kolloiden Lösungen, wie sie bes. im organ. Geschehen häufig auftreten, hängen die den A. bestimmenden Eigenschaften mehr von der Stoffverteilung als von den Eigenschaften der einzelnen Stoffe ab. Zwischen den A. eines Stoffes ist unter gewissen Bedingungen Gleichgewicht möglich, das durch die *Gibbs'sche Phasenregel* bestimmt wird. Beim Helium tritt unterhalb $2,19^\circ \text{K}$ ein neuer superfluider A. auf.

Agirin, → Pyroxene.

Agrarmeteorologie, die Anwendung der Meteorologie in der Landwirtschaft, in den letzten Jahrzehnten in raschem Fortschreiten. Die Zusammenhänge zwischen Wetter und Ernteertrag betreffen im Bereich der Kulturpflanzen die bodennahe Luftschicht. *Mikroklima* und *Bodenklima* werden durch Kulturmaßnahmen (Bedeckung und Bearbeitung des Bodens, Frostbekämpfung, Windschutz) abgewandelt; hierdurch kann eine z. T. erhebliche Steigerung der Erträge erzielt werden. Die Entwicklung von Schädlingen und Krankheiten hängt gleichfalls vom Wetter ab; ähnliches gilt für Tierhaltung und Tierzucht. In Deutschland bestehen mehrere agrarmeteorolog. Forschungsstellen (Gießen, Geisenheim, Trier, Bonn, Eitzdorf b. Halle).

H. BAUMANN: Witterungslehre f. d. Landwirtschaft (1961).

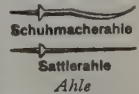
Agricola, Georg, eigentlich BAUER, Arzt * 1494, † 1555, wirkte hervorragend als Forscher und Darsteller der Gesteins-, Bergbau- und Hüttenkunde des 16. Jahrh.

Ahle, Pfiem, Prehn, nadelartiges Werkzeug zum Vorstechen von Löchern in Leder und Pappe; auch vom Schriftsetzer benutzt.

Ähnlichkeit, GEOMETRIE: Figuren heißen *ähnlich*, wenn entsprechende (homologe) Winkel gleich sind, entsprechende Strecken das gleiche Größenverhältnis haben. Die vier *Ähnlichkeitssätze* enthalten die Bedingungen für die Ä. von Dreiecken.

Ähnlichkeitstheorie, eine moderne Theorie zur methodischen Auffindung und Untersuchung von Vorgängen in theoretisch schwer oder gar nicht zu beherrschenden physikalischen Teilgebieten, wie der → Strömungslehre und der Theorie der Wärmeübertragung. Die wichtigsten Hilfsmittel der Ä. sind gewisse dimensionslose Zahlen (*Kennzahlen*); ihre Gleichheit für zwei geometrisch vergleichbare physikalische Vorgänge gewährleistet deren Ähnlichkeit im Sinne eines physikalischen → Modells. Die Auffindung der für einen Vorgang charakteristischen Kennzahlen ist Aufgabe der Dimensionsanalyse, die das mathemat. Rüstzeug der Ä. bildet.

Ajmalin, ein Alkaloid aus der ind. Arzneipflanze

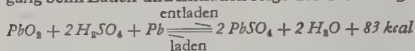


Akkumulator – Aktivkohle

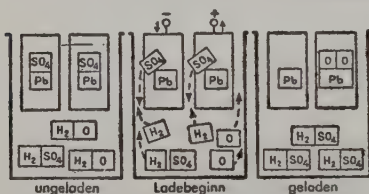
Rauwolfia serpentina mit zentraler und peripherer Wirkung auf das sympath. Nervensystem.

Akkumulator, Sammler, 1) elektrochemischer Energiespeicher, bei dessen Ladung sich ein chemischer Vorgang vollzieht, der bei der Entladung wieder zurückgeht. Ähnlich einem galvanischen (oder Primär-) Element enthält der A. (*Sekundärelement*) zwei in eine Elektrolytflüssigkeit getauchte chemisch verschiedene Elektroden.

Beim *Blei-A.* bestehen die gitterförmig gestalteten Elektroden aus Blei mit einer in die Maschen gefüllten „aktiven Masse“, auf der positiven Seite Bleidioxid, PbO_2 , auf der negativen fein verteiltes, poröses Blei (Bleischwamm). Der Elektrolyt ist 20prozentige Schwefelsäure, H_2SO_4 . Der chemische Vorgang beim Laden und Entladen folgt der Gleichung:



Beim Entladen gehen Elektronen vom neutralen Pb zum PbO_2 nach der Ionen-Gleichung $Pb^0 + Pb^{++++} \rightarrow Pb^{++} + Pb^{++}$ über; die positiven Pb-Ionen verbinden sich mit den negativen SO_4 -Ionen zu $PbSO_4$, wodurch H im Elektrolyten und O an der positiven Elektrode frei wird und sich zu H_2O verbindet. Beim Laden läuft der Vorgang rückwärts.



Akkumulator: Schema des Ladevorgangs im Blei-Akkumulator.

In einer A.-Batterie sind mehrere Zellen hintereinandergeschaltet; die Endspannung je Zelle beträgt etwa 2 V. Anfangs ist das spez. Gewicht der Schwefelsäure 1,16 bis 1,25, sinkt jedoch im Laufe der Entladung. Sollen bleibende Schäden vermieden werden, so muß nach Absinken der Klemmenspannung auf 1,85 V (spez. Gewicht 1,11 bis 1,22) neu geladen werden. Die Ladespannung ist 2,1 bis 2,3 V. Sie erhöht sich später bis auf 2,8 V, wobei Gasentwicklung eintritt, ein Zeichen, daß die Ladung beendet ist und jetzt Wasser zersetzt wird. Die Aufnahme-fähigkeit (*Kapazität*) des Blei-A. beträgt für kleine Zellen 10 bis 100 Ah, für große ortsfeste bis über 10000 Ah.

Beim *Nickel-Eisen- (Edison-) A.* besteht die positive Elektrode aus Nickelhydroxid, $Ni(OH)_2$, die negative aus feinverteiltem Eisen, Fe . Endspannung etwa 1,3 V je Zelle, Endprodukte $Ni(OH)_2$ und $Fe(OH)_2$, größere Unempfindlichkeit gegen unsachgemäße Behandlung und schnelle Entladung, aber sehr starke Abnahme der Spannung bei der Entladung.

Bei kleineren tragbaren A. wird eine gegenseitige Berührung der positiven und negativen Platten durch den Einbau in Rippengläser verhindert. Als Kleinst-A. werden *gasdichte Nickel-Kadmium-A.* verwendet; Elektrolyt ist verdünnte Kalilauge höchster Reinheit. Nach ihrer Form heißen sie auch *Knopf-A.* Kraftwagenbatterien sind in Gefäße aus unzerbrechlichem Werkstoff eingebaut und enthalten zwischen den Platten durchlöchernte Trennwände aus chemisch indifferentem, unzerbrechlichem Material.

Ortsfeste A.-Batterien speichern in Elektrizitätswerken mit Gleichstrombetrieb während Zeiten geringer Belastung die überschüssige Energie der Maschinenanlage, um sie bei stärkerer Stromentnahme oder bei Belastungsstößen (*Pufferbatterie*) wieder abzugeben.

Neu entwickelte *Silber-Zink-A.* haben bei gleicher Kapazität etwa $\frac{1}{2}$ des Gewichts eines Blei-A.

R. STÖHN: A. und A.-Anlagen (1959); E. WITTE u. F. SCHULZ-BAIDES: Blei- und Stahl-A. (*1960).

2) *hydraulischer A.*, Druckwassersammler für Hochbehälter, Speicherbecken u. a., die das Druckwasser zum Antrieb von Arbeitsmaschinen liefern. Der Druck wird durch einen gewichtbelasteten Tauchkolben, durch Luftkompressoren oder kolben- und schwinmerlos durch ungleich schwere Flüssigkeiten nach dem Gesetz der kommunizierend. Röhren erzeugt; Drücke bis 500 at.

3) bei Rechenautomaten und Rechenmaschinen ein Speicher, in dem das Ergebnis einer Zahlenoperation oder ein Operand steht.

Akridin, stickstoffhaltiges, heterozyklisches, kondensiertes Dreiringsystem, enthalten im Steinkohlenteer; Muttersubstanz der A.-Farbstoffe.

Akrolein, *Acrylaldehyd*, $CH_2=CH-CHO$, ungesättigter Aldehyd, der bei der Destillation von Glycerin mit Kaliumbisulfat entsteht. A.-Dämpfe reizen Augen und Nase; sie treten beim Anbrennen von Fett auf.

Akrylharze, glasklare, nicht spröde Kunststoffe auf Grundlage von polymerisierten Acryl- und Methakrylsäureestern, z. B. „Plexiglas“.

Akridin, nach SEABORG, die im Periodischen System auf das Aktinium folgenden chem. Elemente einschl. des Aktiniums selbst. Die urspr. Annahme, daß die A. analog den $\rightarrow$ Lanthaniden eine in sich geschlossene Gruppe chem. verwandter Elemente bilden, hat sich nicht bestätigt; eine Gruppe aktiniumähn. Elemente beginnt erst mit dem Americium und umfaßt alle bisher bekannten darauffolgenden Transurane. Chemisch in ähnl. Weise verwandt, aber keine A., sind die Elemente Uran, Neptunium und Plutonium, die deshalb als *Uraniden* zusammengefaßt werden.

Aktinium, Ac, radioaktives chem. Element ($\rightarrow$ Aktiniden), Ordnungszahl 89; Massenzahl des stabilsten, häufigsten Isotops 227, übr. Isotope wenig bekannt. A. ist Glied der Uran-A.-Zerfallsreihe ($\rightarrow$ Radioaktivität).

Aktinolith, $\rightarrow$ Amphibole.

Aktinometrie, die Strahlungsmessung, insbes. der Strahlung der Sonne, der photochemisch wirksamen und der Röntgenstrahlung. **Aktinometer**, **Aktinograph**, Geräte zum Messen und Registrieren der Wirksamkeit (*Aktivität*) von Lichtquellen, bes. der Sonne bei verschiedenem Höhenstand, mittels photograph. Papiers oder Photozelle. Ein Maß der Aktivität von Licht ist durch das Normblatt DIN 4519 festgelegt.

Aktion, $\rightarrow$ Emanation.

Aktionsradius, **Fahrbereich**, **Tätigkeitsbereich**, **aktivieren**, tätigmachen, in Tätigkeit setzen. Insbes. **Aktivierungsenergie**, der Energiebetrag, der zur Auslösung bestimmter chemischer Vorgänge aufgewandt werden muß. Für das Anlaufen einer chem. Reaktion und für die Reaktionsgeschwindigkeit (Stoffumsatz je Zeiteinheit) ist nicht allein die Größe der chem. Affinität maßgebend, sondern sehr wesentlich auch das Vorhandensein und die Anzahl von reaktionsfähigen **aktivierten** Reaktionspartnern. Sie sind dadurch ausgezeichnet, daß sie über die mittlere thermische Energie hinaus einen Überschuß an Schwingungs-, Anregungs- oder Bewegungsenergie enthalten, der mindestens gleich der Aktivierungsenergie (*Aktivierungswärme*) sein muß. Da die Anzahl energiereicher Teilchen nach dem Boltzmannschen Satz oder nach dem Maxwell'schen Geschwindigkeitsverteilungsgesetz einerseits gering ist, andererseits aber mit der Temperatur stark ansteigt, ist die kleine Geschwindigkeit vieler Reaktionen und die starke Zunahme des Umsatzes mit der Temperatur bei allen Reaktionen verständlich.

Aktivierungsanalyse, $\rightarrow$ Radiochemie.

Aktivkohle, sehr stark adsorbierende Kohle, gewonnen als lockeres Kohlenstoffgerüst durch Verkohlen von Holz, Knochen u. a. unter Luftabschluß. Durch Behandeln mit Zinkchlorid (*Carboraffin*) oder Überleiten von Wasserdampf oder Luft bei 800° C (*Supranorit*) wird die Oberfläche vergrößert (*Aktivierung*). A. hat eine sehr große Oberfläche

(beste A. bis 800 m²/g) und bindet vor allem hochmolekulare Dämpfe und Trübstoffe aus Flüssigkeiten. Verwendung zur Benzolgewinnung aus Kokerigas, Entfärbung von Rohzucker, Reinigen von Gasen und Flüssigkeiten.

Aktualismus, von v. HOFF und LYELL begründete geolog. Lehrmeinung, nach der alle geolog. Beobachtungen und Erscheinungen durch auch heute beobachtbare Vorgänge gedeutet werden müssen.

Akustik, die Lehre vom Schall, früher ein besonderes Teilgebiet der → Physik. Heute ist die *physikalische A.* gleichbedeutend mit der Lehre von den in den Hörbereich fallenden mechanischen Schwingungen.

F. TRENDLENBURG: Einführung in die A. (*1961); DIN 1320 (A., allgemeine Benennungen).

akustisches Filter läßt nur Schallschwingungen einer bestimmten Frequenz oder ein Frequenzband hindurch. Es besteht aus einer Reihe von Hohlräumen, die miteinander verbunden und zuweilen noch mit Glaswolle zur Dämpfung ausgefüllt sind. Jeder Auspufftopf stellt ein akust. Filter dar.

Akzelerator, 1) bei FIXSTERNEN der Zeitunterschied, um den die Sterne von Tag zu Tag früher ihren höchsten Stand erreichen (kulminieren); er beträgt 3 min 56,6 s und ist gleich dem Unterschied zwischen mittlerem Sonnentag und Sterntag. 2) bei der MONDBEWEGUNG die sehr geringe Zunahme der Umlaufgeschwindigkeit des Mondes um die Erde von 10,8" pro Jahr. 3) bei UHREN, bes. bei neuen Sechronometern, ein allmählich anwachsendes Vorgehen.

Akzelerator, PHYSIK: Teilchenbeschleuniger.

Akzidenzdruck, Sammelbegriff für alle Druckarbeiten außer Zeitungs-, Zeitschriften- oder → Werkdruck.

Al, chem. Zeichen für → Aluminium.

Alabaster, → Gips.

Alanin, eine → Aminosäure, kommt in Eiweißen als α-Amino-propionsäure, $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-COOH}$, und als β-Amino-propionsäure, $\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$, vor.

Alarmvorrichtung, eine selbsttätige Signaleinrichtung elektroakustischer oder elektrooptischer Art zur Anzeige von Unregelmäßigkeiten. Meist werden dabei Kontakte betätigt, die einen Meldeapparat – Wecker, Hupe, Sirene o. dgl. – einschalten. A. arbeiten in der Regel mit *Ruhestrom*: in der Meldeleitung L (BILD 1) fließt ein schwacher Strom aus B_1 , der ein Relais R erregt, so daß der lokale Meldestromkreis durch den Relaiskontakt r unterbrochen ist. Im Alarmfalle wird das Relais stromlos und schließt über seinen Kontakt den Lokalstromkreis von B_2 über den Meldeapparat, z. B. die Hupe H, so daß diese ertönt. Bei Verwendung eines Gleichstromweckers als Meldeapparat kann dessen Elektromagnet E das Relais ersetzen (BILD 2). Statt der Alarmkontakte können auch Photozellen oder Widerstände verwendet werden. Solen mehrere Stellen überwacht werden, so werden die Alarmkontakte bei Ruhestrombetrieb hintereinander (in Reihe), bei Arbeitsstrombetrieb parallel geschaltet.

H. W. GOETSCH: Taschenb. f. Fernmeldetechnik, Teil II (*1950).

Alaun, Doppelsalz aus Kaliumsulfat und Aluminiumsulfat, das mit 12 Mol Kristallwasser in farblosen, durchsichtigen Oktaedern oder Würfeln kristallisiert. A. sind ferner schwefelsaure Doppelsalze gleicher Kristallform, bei denen Kalium durch einwertige Ionen (Natrium, Rubidium, Zäsium, Ammonium, Thallium) und Aluminium durch drei-

wertige Ionen (Chrom, Eisen, Vanadin) ersetzt sind. Der wichtigste A., $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$, kann aus in der Natur vorkommenden Mineralien wie *Alaunschiefer* (Vitriolschiefer) oder *Alaunstein* (Alunit) oder großtechnisch durch Aufschluß von Ton oder Bauxit mit Schwefelsäure und Auskristallisieren mit Kaliumsulfat hergestellt werden. Er ist im Wasser nur mäßig löslich und schmilzt beim Erhitzen in seinem Kristallwasser, bei weiterem Erhitzen zu gebranntem, wasserfreiem A. (*Alunen ustum*). Bei der Papierherstellung wird er zum Leimen, in der Färberei als Beize, wegen seiner adstringierenden Wirkung als Gurgelmittel verwendet. In der Gerberei und zum Härten von Gelatine verwendet man Chrom-A., ein tiefviolett Salze; zu chem. Untersuchungen des amethystfarb. Eisenammoniak-A. -Erde ist in Braunkohlenlagern vorkommender schwefelkieshalt. Ton.

Albedo, das Intensitätsverhältnis des von einem selbst selbst leuchtenden Körper nach allen Seiten diffus zurückgeworfenen Lichtes zum einfallenden Licht. Ein absolut weißer Körper hat die A. 1. In der ASTRONOMIE interessiert die A. der Planeten und Monde, weil sie Rückschlüsse auf die Natur ihrer Oberflächen erlaubt. In LICHTTECHNIK und FARBENLEHRE ist der Ausdruck A. nicht mehr gebräuchlich, → Hellbezugswert. In der REAKTORTECHNIK ist die A. des → Reflektors das Verhältnis der ins Reaktorinnere reflektierten zu den nach außen entweichenden Neutronen.

Albit, → Feldspat.

Albumine, Eiweißkörper (→ Eiweiß), nach dem Eiklar (albumen) benannt, unterscheiden sich in mancher Hinsicht von den → Globulinen. Sie sind in reinem Wasser löslich, reagieren neutral, lassen sich durch Kochsalz oder Magnesiumsulfat nicht aussalzen. Man unterscheidet Serum-A., Eier-A., Milch-A. (Laktalbumin), verschiedene Pflanzen-A. (Ricin in Rizinus, Leukosin im Getreide, Legumelin in Leguminosen) u. a. Ihre Verbindungen mit Basen heißen *Albuminate*. Technisches A. besteht aus einem Gemisch unreiner Eiweißstoffe tier. Herkunft und dient vorwiegend als Klebemittel.

Aldebaran, Stern 1. Größe, α im Sternbild des Stiers, mit stark rötlichem Licht.

Aldehyde, organ. Verbindungen mit der Gruppe

$\text{-C}\begin{matrix} \text{H} \\ \text{O} \end{matrix}$ gebildet durch Oxydation der primären Alkohole. Bei weiterer Oxydation liefern sie → Karbonsäuren. Zu den A. gehören wichtige Geschmack- und Riechstoffe, so z. B. Benzaldehyd, der Aromakörper der bitteren Mandeln, Citral, der Duftstoff der Zitrone. *Aldehyd* ist auch Kurzwort für *Azetalddehyd*, Ausgangsstoff der Farbenchemie und Butadiensynthese.

Alder, Kurt, Chemiker, *1902, †1958, Professor in Köln, erhielt 1950 zusammen mit O. DIELS den Nobelpreis für die Entwicklung der Diensynthese.

Aldosteron, ein Hormon der Nebennierenrinde, das den Elektrolythaushalt des Körpers sowie den Stickstoff- und Kohlenhydratstoffwechsel regelt; kann synthetisch hergestellt werden.

Aldrey, Aluminiumlegierung mit etwas Magnesium und Silizium, zu Freileitungen verwendet. A. hat eine höhere Zugfestigkeit als reines Aluminium bei einer elektr. Leitfähigkeit von noch 31,5 mΩ mm² bei 20°C.

Alexandrit, → Chrysoberyll.

Alfol-Isolierung, Wärme-Isolierung durch blanke, durch Luftschichten getrennte Aluminium-Folien. Blanke Aluminium-Oberflächen haben kleinste Strahlungszahl für eigene Abstrahlung und damit größtes Reflexionsvermögen für auftretende Wärmestrahlung. Die mittl. Wärmeleitzeit (kcal/m² h °C) der A. beträgt bei 0°C 0,027 bis 0,04 (ruhende Luft: 0,02; Kork: 0,04; Holz: 0,12 bis 0,15; Ziegelstein, normal feucht: 0,65; Eisen: 40; Kupfer: 320). Heute wird meist Aluminium-Knitterfolie verwendet.

Algebra, ein Teilgebiet der Mathematik, das sich zunächst nur mit der Auflösung *algebraischer Gleichungen* beschäftigte. Im Zusammenhang damit entwickelte sich in den letzten hundert Jahren die

algebraische Funktion – Allethrin

Theorie der Gruppen, Ringe und Körper, deren Strukturuntersuchungen heute den größten Teil der höheren A. ausmachen, meist ohne unmittelbare Beziehung zu der Frage nach der Auflösbarkeit der algebraischen Gleichungen. – Unter A. versteht man auch ein *hyperkomplexes System*.

Die A. ist benannt nach dem Beginn des Titels eines Lehrbuches des arabischen Mathematikers CHWARISMI über Gleichungen. Bereits in Babylon konnte man Gleichungen 2. Grades durch Quadratwurzeln lösen, aber erst im 16. Jahrh. lösten SCIPIONE DEL FERRO, CARDANO und FERRARI die algebraischen Gleichungen 3. und 4. Grades. GAUSS (1777–1855) bewies, daß jede algebraische Gleichung n -ten Grades mit komplexen Zahlen als Koeffizienten n Lösungen besitzt (*Fundamentalsatz der A.*). N. H. ABEL (1802–29) zeigte, daß algebraische Gleichungen von höherem als 4. Grade im allgemeinen nicht durch Radikale, d. h. durch ineinandergeschachtelte Wurzelzeichen, auflösbar sind. GALOIS (1811–32) begründete den Übergang zur modernen A. dadurch, daß er Beziehungen zwischen der Auflösbarkeit einer algebraischen Gleichung durch Radikale und einer gewissen Gruppe von Vertauschungen der Wurzeln der algebraischen Gleichung herstellte (*Galoistheorie*).

B. L. VAN DER WAERDEN: A., 1 (1960), 2 (1959); O. FERRON: A., 2 Tle. (1951).

algebraische Funktion, eine Funktion, die einer algebraischen Funktionalgleichung genügt; z. B. genügt $f(x) = \sqrt{x}$ der Gleichung $(f(x))^2 - x = 0$, *algebraische Gleichung*, die durch Nullsetzen eines $\rightarrow$ Polynoms entstehende Gleichung.

algebraische Kurve, eine Kurve, deren Punkte durch eine algebraische Gleichung zwischen ihren Koordinaten beschreibbar sind, z. B. der Kreis durch $x^2 + y^2 - r^2 = 0$ (r = Radius).

algebraische Zahl, eine Zahl, die Nullstelle einer algebraischen Gleichung ist, z. B. $\sqrt[3]{2}$.

Alginate, Salze der Alginäure, einer aus Algen und Tangen gewonnenen organ. Säure; Gewinnung durch Verspinnen von Alginsäure im Kalziumbad in Form einer seifenlöst. Chemiefaser (A.-Faden). Da A. im Körper abgebaut werden, dienen A.-Fäden als Nähfäden in der Chirurgie, ferner als Hilfsfäden beim Weben (herauswaschbar).

Algol, der Stern β im Sternbild Perseus, gehört zur Klasse der *Bedeckungsveränderlichen* ($\rightarrow$ Doppelsterne), die nach ihm auch *Algolsterne* genannt werden. Der 1670 entdeckte Lichtwechsel entsteht dadurch, daß die Bahnebene dieser Doppelsterne durch die Sonne geht, so daß die beiden Komponenten sich von dieser aus gesehen in periodischer Wiederkehr gegenseitig bedecken. Ein Teil des Lichtes wird dadurch abgedeckt, wodurch sich die Helligkeit des Systems vermindert.

Algonkium, $\rightarrow$ Erdgeschichte.

Algorismus, das Erzeugen einer zahlenmäßiger Rechenvorgang, der eine zyklisch sich wiederholende Gesetzmäßigkeit aufweist; von Bedeutung bes. für die Durchführung mathemat. Aufgaben mit Rechenautomaten.

aliphatisch, $\rightarrow$ Kohlenwasserstoffe; *a. Verbindungen*, $\rightarrow$ Kohlenstoffverbindungen.

altitieren, das Erzeugen einer Schutzschicht auf Gegenständen aus Stahl durch Behandeln mit Aluminiumpulver bei rd. 800° C, um sie zunderbeständiger zu machen. $\rightarrow$ Aluminetieren.

Alizarin, *Krapptot*, einer der schönsten und beständigsten Teerfarbstoffe. Früher wurde es aus dem Krapp, einer labkrautart. Pflanze des Mittelmeergebiets, fabrikmäßig gewonnen. Nachdem 1868 GRAEBE und LIEBERMANN seinen chem. Aufbau entdeckten, wird es heute nur künstlich aus dem im Steinkohlenteer enthaltenen Anthrazen dargestellt. Das A., das gewöhnl. als 20prozent. wässrige gelbe Paste in den Handel kommt, bildet orangefarbene Prismen, die bei 290° C schmelzen, in Äther und Alkohol leicht, in Wasser schwer löslich sind.

Alkalien, die Hydroxide der Alkalimetalle, insbesondere die des Kaliums und Natriums. Ihrer

stark ätzenden Eigenschaft wegen nennt man sie auch *Ätzkalkalien* oder *kaustische A.* (Ätznatron, NaOH, Ätzkali, KOH), ihre Lösungen (*Ätz-*)*Lösungen*. Zu den A. zählt auch das Ammoniumhydroxid, NH₄OH, das einen den Alkalimolekülen analogen Molekülbau aufweist und sich chemisch ähnlich verhält. Die wässrigen Lösungen aller A. reagieren *alkalisch* oder *basisch*: sie färben rotes Lackmuspapier blau, gelbes Kurkumapapier braun. Die kohlensäuren Salze der Alkalimetalle, Pottasche (K₂CO₃), Soda (Na₂CO₃) usw., heißen *kohlensäure A.*, sie zeigen ebenfalls basischen Charakter und werden als milde A. bezeichnet. *Alkalische Erden*, *Erdalkalien*, die Oxide und Hydroxide der Erdalkalimetalle Magnesium, Kalzium, Strontium, Barium.

Alkalimetalle, die einwertigen Metalle Lithium, Natrium, Kalium, Rubidium, Zäsium, Frankium; ihr Atombau ist ausgezeichnet durch ein einzelnes Valenzelektron über abgeschlossenen Schalen, dem die Einwertigkeit entspricht. Ihre Hydroxide und kohlensäuren Salze sind die $\rightarrow$ Alkalien.

Alkalimetrie, die Bestimmung des Gehaltes von starken Basen durch Titration mit Säuren bestimmter Konzentration ($\rightarrow$ Maßanalyse).

Alkaloide, in vielen Pflanzenfamilien vorkommende, stickstoffhaltige, meist heterozyklische $\rightarrow$ Kohlenstoffverbindungen mit oft starker physiolog. Wirkung. Sie werden als Heil-, Rausch-, Betäubungsmittel und als Gifte verwendet. Die wichtigsten sind die Opium-A.: Morphin, Kodein, Papaverin, Narkotin, Narcein, Thebain. Aus anderen Pflanzen stammen: Chinin, Chinidin, Kokain, Atropin, Hyoscyamin, Scopolamin, Nikotin, Solanin, Strychnin, Koffein, Thein, Ergotamin u. a. m.

Alkohole, Hydroxylderivate der aliph. Kohlenstoffverbindungen. Nach der Zahl der Hydroxyl-(HO-) Gruppen unterscheidet man ein-, zwei- und mehrwertige A. Tritt das OH in eine endständige $\text{—CH}_2\text{—}$ -Gruppe ein, so daß eine $\text{—CH}_2\text{—OH}$ -Gruppe entsteht, so erhält man einen *primären A.*; tritt es in eine mittelständige $\text{—CH}_2\text{—}$ -Gruppe ein, so daß eine —CH—OH -Gruppe entsteht, so ergibt sich ein *sekundärer A.*, tritt es in eine dreifach substituierte —C—OH -Gruppe ein, so ergibt sich ein *tertiärer A.* mit der Gruppe —C(OH) . Die einwertigen A. werden entweder nach der Alkylgruppe C_nH_{2n+1} oder durch Anhängen der Endung „ol“ an den Namen des zugrunde liegenden $\rightarrow$ Paraffins (z. B. Methanol) bezeichnet. Analog können 2- und mehrwertige A. durch die Endungen -diol, -triol usw. bezeichnet werden. Für die wichtigsten höherwertigen A. werden besondere Eigennamen gebraucht. Die niederen A. sind flüchtige, die folgenden dickliche Flüssigkeiten, die höhermolekularen feste Körper.

Alkohol, insbes. der Äthyl-A., C₂H₅OH, auch *Weingeist* genannt, eine farblose, leicht bewegliche und entzündl., brennend-schmeckende Flüssigkeit; spez. Gewicht 0,79, Siedepunkt 78,3° C; löst Fette, Harze, Farbstoffe, Jod u. a. und bildet den berauschenden Bestandteil der alkohol. Getränke. Techn. Darstellung durch Gärung von Zuckerarten mittels Hefe (*Spiritusbrennerei*). Reine Gärungsweine enthalten 8–12% A., durch Destillation erhält man Weinbrand. Handels-A. (Sprit) ist 96prozentig (4% Wasser). Durch Destillation über wasserentziehenden Mitteln, etwa Kalk, entsteht wasserfreier *absoluter A.* – Verwendung: als vielseitiges Lösungsmittel, als Ausgangsstoff in der chem.-pharmazeutischen Industrie, als Desinfektionsmittel und zur Konservierung $\rightarrow$ Branntwein, $\rightarrow$ Spiritus).

Alkoholometrie, die Ermittlung des Alkoholgehaltes in Mischungen von Alkohol und Wasser durch Bestimmen des spez. Gewichts mit dem Ärömeter.

Alkydharze, $\rightarrow$ Kunststoffe.

Alkyle, **Alphyle**, die einwertigen Kohlenwasserstoffreste C_nH_{2n+1}, deren Verbindungen z. B. mit der Hydroxylgruppe OH die einfachsten $\rightarrow$ Alkohole bilden. Das A. des Methylalkohols heißt Methyl CH₃, das des Äthylalkohols Äthyl C₂H₅, das des Propylalkohols Propyl C₃H₇, usw.

Allethrin, eine organische Verbindung, Insektenbekämpfungsmittel, das auch gegen DDT-resi-

stente Insekten wirkt und für Menschen und Haustiere ungünstig ist.

allochthon heißen Ablagerungen, insbesondere Kohlenflöze, aber auch große Gesteinsschollen, die nicht an Ort und Stelle entstanden, sondern nach ihrer Entstehung umgelagert sind.

Allotropie, → Polymorphie.

Allstromempfänger können wahlweise mit Gleich- oder Wechselstrom betrieben werden. Hierzu werden *Allstromröhren* („U-Röhren“, z. B. UL 84) verwendet, deren Heizfäden hintereinander geschaltet sind.

Allstrommotor, → Elektromotor.

Alluvium, → Erdgeschichte.

Allyl, die organ. Atomgruppe $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2$.

Allylsenföhl, Allylthioisocyanat, kommt in den Samen des schwarzen Senfs mit Zucker verbunden als → Sinigrin vor; auch synthetisch darstellbar. A. wirkt hautreizend, blasenziehend und ist ein starkes Insektengift.

Almandin, → Granat.

alodieren, das Aufbringen von Aluminium- oder Chromphosphaten auf Aluminium oder Aluminiumlegierungen zur Erhöhung ihrer Korrosionsbeständigkeit, geschieht durch Tauch-, Streich- oder Spritzverfahren. → alitieren, → alumetieren.

Alpaka, 1) → Neusilber. 2) Kleider- und Schürzenstoff, auch *Lüster* oder *Orléans* genannt. Kette aus Baumwollzwirn, Schuß aus der seidigen, weichen und glänzenden Wolle des A., einer südamerikanischen Lamaart.

Alpaka, Reißwollsorte (Extraktwolle), durch Karbonisation aus Halbwooll-Lumpen gewonnen.

Alphastrahlen, α -Strahlen, von radioaktiven Atomen mit Energien von mehreren → MeV ausgeschiedene Heliumkerne (Alpha-teilchen). A. enthalten 2 positive Elementarladungen und sind daher im magnet. Feld ablenkbar; sie bilden durch Neutralisation spektroskopisch leicht nachweisbares Helium. Sie rufen auf Zinksulfidschirmen Lichtblitze hervor und können in der → Nebelkammer indirekt sichtbar gemacht werden. Durch Beschleunigung von Heliumionen können A. im Zyklotron künstlich erzeugt werden. – Das *Alpha-teilchen* besteht aus 2 Protonen und 2 Neutronen und ist der energetisch stabilste aller zusammengesetzten Atomkerne (→ Atomenergie).

Alphateilchen, sehr seltener stabiler Heliumkern der Massenzahl 3, besteht aus 2 Protonen und 1 Neutron.

Alpiden, die alpidisch gefalteten Kettengebirgszüge des mediterrän-asiatischen Raumes.

Altazimut, Gerät zum Messen der Höhe und des → Azimuts eines Gestirns.

Altgrad, **Altminute**, **Altsekunde**, → Winkel.

Altmittelverhüttung, die Gewinnung reiner Metalle und Legierungen aus Altmitteln (*Schrott*), Verarbeitungsabfällen und metallhaltigen Rückständen; spielt bei steigendem Bedarf und abnehmenden Erzvorräten eine ständig wachsende Rolle. Mehr als $\frac{1}{3}$ der verbrauchten Neumetalle werden heute aus Altmitteln und Rückständen zurückgewonnen. Reine Fabrikationsabfälle (vom Walzen, Ziehen, Pressen, Stanzen, Fräsen, Drehen) können durch Umschmelzen, Desoxydieren und gegebenenfalls durch Ersatz des Abbrandes von Legierungselementen zu handelsüblichen Reinnmetallen oder Legierungen verarbeitet werden. Altmittel, das aus dem Verbrauch zurückkehrt, sowie Rückstände, Metallflaschen, Kehrtrichter, Walzensinter u. dgl. werden besonderen Scheide- und Raffinierverfahren unterworfen: Siegern, Verblasen, chlorierende Verflüchtigung, chemische Auflösung und Fällung, Elektrolyse.

Altsilber, mit Schwefelleber künstlich gedunkeltes Silber.

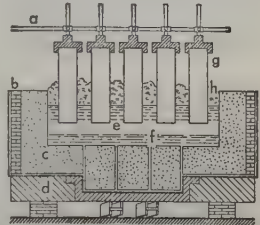
alumetieren, Verfahren, um Kohlenstoffstähle für Temperaturen über 1000° C unterbeständig zu machen, indem Aluminium auf den Stahl mit Spritzpistole gespritzt und dann durch Glühen eingebrannt wird. → alitieren.

Aluminium, *Al*, chem. Element aus der Gruppe

der Erdmetalle; Ordnungszahl 13, Massenzahl 27, Atomgewicht 26,9815; Schmelzpunkt 660° C, Siedepunkt 2500° C, Dichte 2,70 g/cm³; Zugfestigkeit weich gegläut 7–9 kg/mm², hart gewalzt 13 bis 18 kg/mm², Dehnung weich gegläut 35–20 %, hart 6–2 %. Es ist schmiedbar, streckbar, hämmerbar, mit besonderem Schweißpulver schweißbar, läßt sich zu dünnem Draht ziehen und zu feinstem Blech auswalzen. An der Luft ist A. infolge Ausbildung feiner, dichter Oxydhäute gut beständig und wird auch von verdünnten organischen Säuren nicht angegriffen.

Vorkommen. A. ist das auf der Erde verbreitetste Metall, kommt aber nur in Verbindungen vor. Für die Gewinnung wichtig ist hauptsächlich Bauxit (mit 50–60 % Aluminiumoxyd und 20–30 % Eisenoxyd), der in Südfrankreich (Baux), Italien, Ungarn, Dalmatien, Indonesien und Nordamerika gefunden wird. Die Verwendung von Tonen ist technisch möglich und zeitweise durchgeführt worden.

Gewinnung. Der rohe Bauxit wird vorzerkleinert und in Drehrohröfen zur Entwässerung und Entfernung organ. Bestandteile erhitzt, feingemahlen und meist mit Natronlauge in Autoklaven unter Druck bei etwa 170° C aufgeschlossen. Das sich bildende lösliche Natriumaluminat wird von den unlöslichen Verunreinigungen getrennt, verdünnt und in Ausfriergefäßen zersetzt. Das ausfallende sehr reine Tonerdehydrat wird bei etwa 1300° C in Drehrohröfen in Tonerde → Al_2O_3 – übergeführt und schmelzelektrolytisch verarbeitet. In dem im BILD schematisch dargestellten A.-Elektrolyse-Ofen wird ein oberhalb 900° C schmelzendes Gemisch aus Tonerde mit Natriumaluminiumfluoriden (Kryolith u.a.) bei 5 bis 6 Volt und 10–100 000 A



Aluminium: Schnitt durch einen Elektrolyseofen. a Zuleitungsschiene, b Magnesiumziegel, c Kohle, d Betonplatte, e Tonerde-Kryolith-Schmelze, f geschmolzenes Aluminium, g Elektroden, h noch nicht geschmolzene Reaktionsmasse, elektrolysiert. 1 t A. wird aus 2 t Tonerde und diese aus 4 t Bauxit gewonnen bei einem Energiebedarf von 20–25 000 kWh und 420 Arbeitsstunden.

Die *Welterzeugung* betrug (1961): 4 580 000 t, davon entfielen auf die Verein. Staaten 1 727 000 t, Kanada 603 000 t, Frankreich 280 000 t, die Bundesrepublik Deutschland 173 000 t, Norwegen 172 000 t, Japan 154 000 t, Italien 83 000 t, VR China 70 000 t, Österreich 68 000 t, Ungarn 51 000 t. Die Produktion der Sowjetunion wird auf 800 000 t geschätzt.

Verwendung: rein und in Form von Legierungen im Geräte- und Fahrzeugbau, für Haushaltsgeräte, für elektr. Freileitungen, zur aluminotherm. Herstellung von Metallen (→ Aluminothermie).

Verbindungen. *Aluminate* sind aluminiumsaure Salze. Sie entstehen beim Auflösen von Tonerde in Natron- oder Kalilauge. A.-Azetat ist essigsaurer Tonerde, → Essigsäure. A.-Oxid (Tonerde), Al_2O_3 , findet sich kristallisiert in der Natur als → Korund, blauer Saphir oder roter Rubin, ferner mit Eisenoxyd verunreinigt als Schmirgel. Es kann auch künstlich kristallisiert werden (synthet. → Edelsteine). A.-Sulfat, die schwefelsaure Tonerde, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$, wird in der Natur als weißliches, zerreibbares Mineral Aluminat oder Websterit gefunden. Schwefelsaure Tonerde wird meist künstl. dargestellt und in der Färberei als Beize verwendet. Ein Doppelsulfat ist der → Alaun.

Aluminiumlegierungen enthalten Zusätze anderer Metalle wie Kupfer, Magnesium, Silizium, Mangan, Zink. Sie sind Werkstoffe mit geringer Wichte, guter Beständigkeit gegen chem. Angriffe, schönem Aussehen, hohen, durch Aushärtung zu steigenden Festigkeitseigenschaften guter Bearbeitbarkeit. Seit

Aluminiumdruck - Ammoniak

der Entdeckung von Duralumin (A. WILM, 1907) ist eine große Zahl neuer Legierungen entwickelt worden; die als Knet- und Gußlegierungen unterschieden werden; Knetlegierungen sind z. B. außer Duralumin Aludrey, Aludur, Bondur, Duralumin, Hydronalium, Lantal, Mangal. Gußlegierungen sind Deutsche Legierung, Amerikanische Legierung, Pantal, Silumin u. a. An Stelle der alten Markenbezeichnungen sind die nach DIN 1713 genormten Gattungskennzeichen, wie $AlCuMg$, $AlMgSi$, $AlMg$ usw. getreten. A.-Legierungen mit geringerem A.-Gehalt sind z. B. A.-Bronze, A.-Messing, A.-Eisen. J. REIPRICH u. W. v. ZWEHL: Aluminiumtaschenbuch (1955); H. GROTHE: A. in: K. WINNACKER und L. KÜCHLER: Chem. Technologie, Bd. V (1962).

Aluminiumdruck, Algraphie, ein Flachdruckverfahren, → Druckverfahren.

Aluminiumfolien, sehr dünn (bis zu $\frac{1}{1000}$ mm) aus gewalztem Aluminium, Stanniolsatz.

Aluminothermie, von GOLDSCHMIDT (1894) eingeführtes Verfahren zur Darstellung von kohlenstofffreien Metallen aus ihren Oxiden durch Reduk-



tion mit metallischem Aluminiumpulver. Das Verfahren erlaubt außerdem, hohe Temperaturen auf kleinem Raum zu erzeugen, z. B. beim Schweißen mit → Thermit.

Alundum, Aluminiumoxid-Schlacke, verwendet als Schmirgelsatz.

Alunit, $Al_2(SO_4)_3 \cdot (OH)_2$, feinkörniges weißes Mineral auf Hohlraumwänden von Trachyten, die durch Schwefelwasserstoff zersetzt sind; dient der Alaunergewinnung.

Alweg-Bahn, eine → Einschienenbahn.

Am, chem. Zeichen für → Americium.

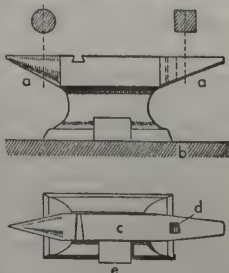
AM, Amplitudenmodulation, → Modulation.

Amalgam, → Quecksilber.

Amazonenstein, → Feldspat.

Amblygonit, triklin-pinakoidales Mineral, $LiAlPO_4(F, OH)$, weiß oder schwach gefärbt, wichtig für die Lithiumgewinnung.

Amboß, METALLBEARBEITUNG: eiserne Unterlage für das Schmiedestück und zum Auffangen der Hammerschläge; meist Schmiedeeisen, seltener Gußeisen. Die **Amboßbahn** c (BILD) ist gehärtet oder verstäht. Auf (runden oder vierkantigen) **Hörnern** a können Stäbe gebogen und Ringe oder kurze Rohre geschweißt werden. Zum Einstecken der Hilfswerkzeuge dient ein Loch d, zum Stauchen langer Werkstücke ein **Stäucher** e. Schwere A. ruhen auf einem z. T. in der Erde eingegrabenen Holzklotz, dem **Amboßstock** b.



Amboß: Schmiedeamboß von der Seite und von oben.

Ameisensäure, einfachste → Kohlen-säure, $H-COOH$, farblose, scharf riechende, brennend schmeckende Flüssigkeit, Schmelzpunkt $8,6^\circ C$, Siedepunkt $101^\circ C$, enthalten in den Giftdrüsen der Ameisen und anderer Insekten, in Raupen- und Brennnesselharen. Ihre Salze heißen **Formiate**. A. wird verwendet in der Wollfärberei, zum Entkalken des Leders und als Haut-

reizmittel. Das Anhydrid der A. ist das Kohlenmonoxid.

Americium, **Am**, künstlich hergestelltes radioaktives Element (→ Transurane) mit der Ordnungszahl 95; Massenzahlen der langlebigsten Isotope: 241 und 242; seine Verbindungen sind vorwiegend dreiwertig.

Amethyst, ein durch Spurenelemente schwach violett gefärbter, kristallisierter Quarz; Schmuckstein (TAFEL Mineralien und Gesteine).

Amide, **Säureamide**, organ. oder anorgan. Verbindungen, bei denen die aus der Säure stammende OH -Gruppe durch die einwertige Atomgruppe NH_2 ersetzt ist, z. B. Azetamid, CH_3CONH_2 , Nitramid, NO_2NH_2 . Zweibasische Säuren können **Diamide** bilden, z. B. Harnstoff, $CO(NH_2)_2$.

Amidol, ein photograph. Entwickler, besteht aus Salzen des Diaminophenols, $(H_2N)_2C_6H_3 \cdot OH$.

Amine, organ. Basen, die sich vom Ammoniak dadurch ableiten, daß ein oder mehrere Atome Wasserstoff durch → Alkyle vertreten werden. Je nach der Zahl der substituierten Wasserstoffatome unterscheidet man: **primäre A.**, wie Methylamin, NH_2CH_3 , **sekundäre A.**, wie Dimethylamin, $NH(CH_3)_2$, **tertiäre A.**, wie Trimethylamin, $N(CH_3)_3$. Die niedrigeren, wie Methylamin, sind in Wasser sehr leicht lösliche Gase von ammoniakalischem Geruch, die höheren sind Flüssigkeiten. Wie Ammoniak geben auch die A. mit Säuren Salze.

Aminomethylpropanol, **AMP**, aliphat. Verbindung, vielseitiger Ausgangsstoff der chem. Industrie; seine höheren Fettsäureseifen werden als Emulgatoren verwendet.

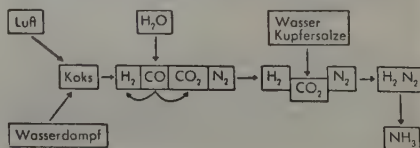
Aminophenole, organische Phenolderivate, bei denen ein oder mehrere Wasserstoffatome des Benzolkerns durch die Aminogruppe NH_2 ersetzt sind. Verwendung in der Farbstoffsynthese und als photograph. Entwickler.

Aminoplaste, → Kunststoffe.

Aminosäuren sind → Karbonsäuren, in deren Kohlenwasserstoffrest (→ Kohlenwasserstoffe) ein H -Atom durch die Aminogruppe NH_2 ersetzt ist. Entsprechend der Stellung der Aminogruppe in bezug auf die Carboxylgruppe (maßgebend für den Säurecharakter) unterscheidet man α -, β -, γ -, δ -Verbindungen. Die A. sind die Grundbausteine der Polypeptide und Eiweiße. Man kennt 20–30 A., aus denen sich die gesamte unüberschbare Mannigfaltigkeit pflanzlicher und tierischer Eiweiße aufbaut. In den Strukturformeln von Eiweißen benutzt man für die einzelnen A. besondere Kurzzeichen:

Ala	= Alanin	Ileu	= Isoleucin
Arg	= Arginin	Leu	= Leucin
Asp	= Asparaginsäure	Lys	= Lysin
Asp-NH₂	= Asparagin	Meth	= Methionin
Cys-SH	= Zystein	Phe	= Phenylalanin
Cys-S-S-Cys	= Zystin	Pro	= Prolin
Glu	= Glutaminsäure	Ser	= Serin
Glu-NH₂	= Glutamin	Thr	= Threonin
Gly	= Glyzin	Try	= Tryptophan
	(Glykokoll)	Tyr	= Tyrosin
His	= Histidin	Val	= Valin

Ammoniak, NH_3 , farbloses Gas von stechendem Geruch, spez. Gewicht 0,596 bei $0^\circ C$, in Wasser lösl. mit basischer Reaktion (**Salmiakgeist**). A. wird bei 5 atü und $10^\circ C$ flüssig und kommt in dieser Form in Stahlflaschen in den Handel. Entstehung durch Zersetzung von organ. Stickstoffverbindungen, Gewinnung synthetisch aus Luftstickstoff und Wasserstoff (**Haber-Bosch-Verfahren**). Verwendung für



Ammoniak: Haber-Bosch-Verfahren (schematisch).

Düngemittel (Ammoniumsulfat), zur Herstellung von Salpetersäure, Harnstoff, in Kältemaschinen.

Ammonium, NH_4 , Atomkomplex, der als selbständiges Molekül nicht auftritt, jedoch infolge seiner symmetr. Struktur in vielen Verbindungen an die Stelle von Wasserstoff (H) treten und wie ein einwert. Metallatom diesen bei Salzbildung ersetzen kann (A.-Salze). A.-Salze sind vielfach Düngemittel. A.-Chlorid, der → Salmiak, A.-Karbonat, das → Hirschhornsalz.

Amontonsches Gesetz: Bei eingeschlossenen idealen (näherungsweise auch bei vielen realen) Gasen beträgt die Druckerhöhung bei je 1° Temperaturerhöhung stets $\frac{1}{273}$ des Druckes bei $0^\circ C$ (AMONTONS, 1702). Formel: $p = p_0 (1 + \frac{t}{273})$. (Gasgesetz, → Gas).

amorph, gestaltlos, sind feste Körper, die sich im Gegensatz zu den Kristallen aus unregelmäßig angeordneten Atomen oder Molekülen aufbauen, z. B. Glas, Bernstein.

Ampere, Abk. *A*, Maßeinheit der elektr. Stromstärke: ein Strom von 1 *A* scheidet in 1 s aus einer Silbernitratlösung 1,118 mg Silber ab (Reichsgesetzblatt 1898). Seit 1948 durch internat. Vereinbarung genauer definiert (1 *A*int = 0,99985 *A*), praktisch realisiert durch Widerstandsnorm und Normallement.

Ampère, André Marie, franz. Physiker, * 1775, † 1836, Prof. in Paris, entdeckte die Einwirkung elektr. Ströme aufeinander, erklärte den Magnetismus durch Molekularströme und schied zwischen ruhender (Elektrostatik) und strömender Elektrizität (Elektrodynamik).

Amperemeter, → Strommesser.

Ampèresches Gesetz: parallele und gleichgerichtete elektr. Ströme ziehen sich an, parallele und entgegengesetzt gerichtete stoßen sich ab.

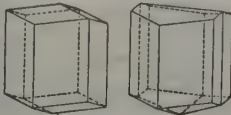
Ampere Sekunde, Abk. *As*, auch *Coulomb*, Abk. *C*, Maßeinheit der Elektrizitätsmenge: bei einem Strom von 1 *A* fließt in 1 s durch den Leiterquerschnitt 1 *As*.

Ampexverfahren, ein magnet. Aufzeichnungsverfahren für Fernsehsignale, bei dem die den Informationsinhalt von 18 Zeilen enthaltenden Aufzeichnungsspur quer zur Laufrichtung des bandförmigen Aufzeichnungsträgers liegen.

Amphibien-Fahrzeuge, *Schwimmwagen*, sind zu Wasser und zu Land verwendbar. Bei Kraftwagen (einschließlich Schwimmpanzerwagen) ist die Karosserie als Bootkörper ausgebildet. Im Wasser Fortbewegung durch eine oder zwei Schiffsschrauben, die vom Motor nach Abschalten des Radantriebs bewegt werden. Panzerkampfwagen können auch mit ihren Antriebsraupen Flüsse und Gewässer durchqueren. Die Verbrennungsluft für den Motor wird durch einen *Schnorchel*, d. h. eine mitgeführte Schlauchleitung, zugeführt, deren offenes Ende ein Schwimmer an der Wasseroberfläche hält. *Amphibien-Flugzeuge* können an Land und auf Wasser landen und starten. Es sind Flugboote mit ausfahrbarem Fahrwerk.

Amphibole, wichtige gesteinsbildende, meist monokline Mineralien von der Zusammensetzung $R_2Si_2O_5(OH)_2$, mit Magnesium, Eisen, Kalzium u. a. Elementen als *R* und teilweise Ersatz von *Si* durch Aluminium und Eisen. Der grüne *Strahlstein* (*Aktinolith*) kommt auch feinfaserig als *Hornblende-Asbest* oder als der harte und sehr zähe, aus verfilzten Fasern bestehende *Nephrit* vor. Eisenreich und daher dunkelgrün bis schwarz ist die *Hornblende*.

amphotere heißen chem. Verbindungen, die als Säure und als Base dissoziieren, d. h. sowohl H^+ als auch OH^- Ionen abspalten können. Amphotere Hydroxyde bilden z. B. die Elemente Aluminium, Zink, Zinn, Blei.



Amphibole

Amplitron, ein → Magnetron als Mikrowellenverstärker, besonders für hohe Impulsleistungen.

Amplitude, *Schwingungsweite*, 1) der Maximalwert einer sinusförmig veränderlichen Größe (→ Schwingung). 2) der Unterschied zwischen dem Höchst- und Tiefstwert eines Witterungselementes, z. B. der Temperatur (von der Definition 1) um den Faktor 2 abweichend). 3) der Winkel, den der Radiusvektor einer komplexen Zahl mit der Halbachse der positiven reellen Zahlen einschließt.

Amygdalin, $C_6H_5CH(CN)OC_{12}H_{21}O_{11}$, ein Blausäureglykosid, das in bitteren Mandeln (bei denen es Geschmack und Giftigkeit bedingt) u. a. Obstkernen, auch in den Kirschchlorbeerblättern vorkommt. Beim Kochen mit Säuren zerfällt A. in Bittermandelöl, Traubenzucker und Blausäure.

Amylalkohol, Gährungsamylalkohol. *Iso-A.*, ein Pentanol, Nebenzeugnis der alkohol. Gärung, entsteht bei der Spaltung von Eiweißstoffen und kann aus Fuselöl durch Destillation gewonnen werden. Formel: $(CH_3)_2CH-CH_2-CH_2OH$. Die Amylester (fälschl. auch Amyläther) werden als Fruchtesenzen verwendet, das Amylacetat daneben auch als Lösungsmittel für Harze und Öle. Das Amylnitrit lindert wegen seiner lähmenden Wirkung auf die glatte Muskulatur Krampfzustände.

Amylase, → Diastase, zu den Karbohydrasen gehöriges Ferment, das Stärke (Amylose) in → Maltose aufspaltet.

Amylene, eine Reihe ungesättigter Kohlenwasserstoffe von der Summenformel C_6H_8 .

Amylose, ein Bestandteil der Stärke.

Am, chem. Zeichen für Aktinon.

Anaglyphen, zwei zusammengehörige Teilbilder eines → Raumbildverfahrens, die in zwei verschiedenen Farben (meist gelbrot und blaugrün) übereinander gedruckt oder projiziert werden. Betrachtet man die Bilder durch eine Brille mit Lichtfiltern der gleichen beiden Farben, so ist für jedes Auge nur ein Bild zu erkennen, während das andere sich nicht vom Untergrund abhebt. Jedes Auge sieht daher nur das ihm zugeordnete stereoskop. Teilbild.

Analim, kubisches Mineral, $NaAlSi_3O_8 \cdot H_2O$, meist weiß oder farblos, kommt in Hohlräumen basischer Ergußgesteine vor.

Analogrechner, *Analogie-Rechengerät*, *Stetig-rechner*, ein → mathematisches Gerät, bei dem die Rechengrößen durch stetig veränderliche physikal. Größen dargestellt werden, z. B. Verschiebungen, Drehwinkel (*mech. A.*), elektr. Spannungen (*elektr. A.*).

Analyse, Auflösung, Zergliederung, insbes. die Zerlegung eines Stoffes oder Stoffgemisches in die → chemischen Elemente durch chemische Verfahren. Bei der *qualitativen A.* werden die Grundstoffe, nach Durchführung geeigneter Vorproben und in Lösung bringen der Substanz (→ *aufschließen*) entweder nach geeigneten Abtrennungsverfahren oder direkt durch charakteristische Reaktionen nachgewiesen. Besondere Arten der qualitativen A. sind z. B. *Löthrohr-A.*, *Spektral-A.*, *Tüpfel-A.* Die *quantitative A.* ermittelt durch entsprechende chem. Methoden (*Gewichts-A.*, → *Gravimetrie*, → *Maß-A.*, *Gas-A.*) oder durch physikalisch-chem. Methoden (*Kolorimetrie*, → *Polarographie*, → *Potentiometrie* usw.) die mengenmäßige Zusammensetzung des Stoffgemisches. Zur Bestimmung der Bruttoformel organ. Substanzen dient die *Elementar-A.* (Verbrennungs-A.). Bei kleinen Stoffmengen arbeitet man im Mikromaßstab (*Mikro-A.*). – Über *radiochemische A.* → *Radiochemie*.

BILTZ-FISCHER: Ausf. quantitativer A. (*1960). **FRENIUS**: Hb. der analyt. Chemie (1940ff); C. I. VAN NIEUWENBURG – I. W. L. VAN LIGTEN: Qualitative chem. A. (*1959); A. OKAC: Qualitative analyt. Chemie (1960).

Analysis, der mit → Grenzwerten arbeitende Teil der Mathematik, Differential- und Integralrechnung, Funktionentheorie, Differential- und Integralgeometrie.

analytische Geometrie, → *Geometric*.

Anamorphot, ein aus einem sammelnden und

einem zerstreuenden Zylinderlinsenglied bestehender Vorsatz für Objektive, der das Bild in waagrechtlicher Richtung bei der Aufnahme zusammenzieht und bei der Wiedergabe dehnt, während er es in der Höhe unverändert läßt. Anwendung beim Cinema Scope-Breitwand-Filmprojektionsverfahren.

Ananasäther, ein Gemisch von Buttersäure-Äthyl- und -Amylester (Buttersäther) von sehr angenehmem Geruch; dient, mit Alkohol vermischt, als *Ananasessenz* zur Herstellung von Fruchtbombons.

anastatischer Druck, älteres Verfahren, nach dem vorhandene Drucke so präpariert werden, daß die Übertragung auf Stein oder Metall zum Zwecke des Nachdrucks ohne Neusatz möglich ist. Durch photographische Übertragungsverfahren ersetzt.

Anästhesin, $H_2N-C_6H_4-COOC_2H_5$, der Äthylester der Para-Aminobenzoesäure, dient als Mittel zur örtl. Schmerzberäubung.

Anastigmat, ein optisches System, das eine Abbildung liefert, die möglichst frei von Astigmatismus ist. → Abbildungsfehler.

Anatas, ein ditetragonal-bipyramidales Mineral, TiO_2 , gelb bis schwarzblau, Härte 5–6, Dichte 3,9. A. kommt auf Klüften in Graniten und kristallinen Schiefern bes. der Alpen vor.



Anatas

Andalusit, rhombisch-bipyramidales Mineral, Al_2SiO_5 , durchscheinend, grau, rötlich, grün; häufig in Tonschiefern im Kontakt mit Granit als fast quadratische Säulen oder Stengel. Nicht selten mit einem kohlehaltigen, im Querschnitt stellenweise kreuzförmigen Kern (Chiastolith).



Andalusit

Anderson, Carl David, amerikan. Physiker, * 1905, Prof. in Pasadena, entdeckte das Positron und wies Mesonen nach. 1936 Nobelpreis.

Anesin, → Feldspat.

Andesit, jungvulkan. Gestein, Ergußformen dioritischer Magmen (→ Diorit), namentlich in den Anden verbreitet.

Andromeda, Sternbild am Nordhimmel, mit dem → Andromeda-Nebel, einem mit bloßem Auge sichtbaren Spiralnebel. Die *Andromediden*, ein Ende Nov. auftretender Sternschnuppenschwarm, dessen Ausstrahlungspunkt im Sternbild A. liegt, sind Reste des Bielaschen Kometen.

Andromeda-Nebel, das im Sternbild Andromeda sichtbare nächste → Sternsystem. Die Entfernung von der Erde beträgt 1,7 Mio. der Durchmesser etwa 100 000 Lichtjahre. Photographische Aufnahmen zeigen ihn als spiralförmig gebautes System mit einem besonders dichten Kern in der Mitte. Der A.-N. hat zwei kleine Begleiter vom strukturlosen elliptischen Typus.

Anemo..., Wind..., z.B. Anemograph, Anemometer, ein Windmeßapparat.

Aneroid, Aneroidbarometer, → Barometer.

Anethol, der wesentl. Bestandteil von Anis-, Sternanis-, Estragon- und Fenchelöl von ihm weißer Schuppen; $CH_3-CH=C-CH_3$ (O- CH_3). Es wird verwendet als schleimlösendes (Husten-) Mittel, bei der Herstellung von Duftstoffen und Likören und in der Farbenphotographie.

Angiotensin, ein körpereigenes, blutdrucksteigerndes Polypeptid aus 8 Aminosäuren; kann auch synthetisch hergestellt werden.

Angström, Anders Jonas, schwed. Astronom und Physiker, * 1814, † 1874, Prof. in Uppsala. Er ist einer der Begründer der Astrophysik. Nach ihm ist die Maßeinheit für die Wellenlängen des Lichtes benannt: *Angströmeinheit*, abgek. Å (ÅE, ÅE.). 1 Å = 10^{-8} cm.

Angledozer, eine Planierdraupe mit schwenkbarem Schild, das durch Umstecken von Bolzen etwa 25° gegen die Fahrtrichtung schräg gestellt werden kann. Der A. dient zur Seitenförderung, zu Planierarbeiten auf größeren Flächen und zum Anschneiden von Böschungen.

Angußfarbe, *Angußmasse*, *Begußmasse*, *Engobe*, weiße oder farbige keramische Masse zur Veredelung der Oberfläche von Tonwaren.

Anhydrid, chem. Verbindungen, die aus anderen durch Wasserentzug entstehen oder entstanden gedacht werden können. *Säure-A.* sind Oxide von Nichtmetallen, die durch Wasseraufnahme Säuren bilden, z. B. SO_2 (Schwefelsäureanhydrid), P_2O_5 (Phosphorsäureanhydrid). *Basen-A.* sind Oxide von Metallen, die durch Wasseraufnahme Hydroxide bilden, z. B. Kalziumoxid (CaO).

Anhydrit, rhombisch-bipyramidales Mineral, $CaSO_4$, durchsichtig und farblos oder weiß bis bläulich oder rötlich; meist grobkörnige bis dichte Aggregate. A. kommt häufig in großen Mengen mit Steinsalz in Salzlagertstätten vor und geht durch Wasseraufnahme langsam in → Gips über. *Anhydrit-binder*, ein nichthydratisches Bindemittel (Luftmörtelbildner) aus Naturanhydrit und Anregern (DIN 4028).

Anilin, *Aminobenzol*, *Phenylamin*, $C_6H_5NH_2$, farblos, ölige, stark giftige Flüssigkeit, spez. Gewicht 1,038. *Anilide* entstehen aus A. und Karbonsäuren unter Wasseraustritt; *Azetanilid* ist das Fiebermittel Antifebrin. Man erhält A. aus Nitrobenzol durch Reduktion mit Eisen oder Zink und Salzsäure. Es dient als Ausgangsstoff für Farbstoffe (*A.-Farben*), Heilmittel u. a. Reines A. wird auch *Blauöl*, A. mit Toluidinen *Rotöl* genannt; *A.-Blau* ist Triphenylrosanilin.

A.-Harze, thermoplastische Kunstharze aus Formaldehyd und A. mit günstigen elektr. Eigenschaften, u. a. hoher Kriechstromfestigkeit.

Anilindruck, eine nicht genaue aber übliche Bezeichnung für ein Hochdruckverfahren unter Verwendung von Gummidruckplatten und Spiritusfarben für einfachere Druckarbeiten (Aufdrucke auf Verpackungsmittel, Formulare, Prospekte u. a.). Es wird ein- oder mehrfach von endloser Papierbahn auf Anilindruckmaschinen gedruckt, die leichter und einfacher gebaut sind als die Maschinen für andere Druckverfahren.

H. R. STEINBAUER: Der A. (1954).

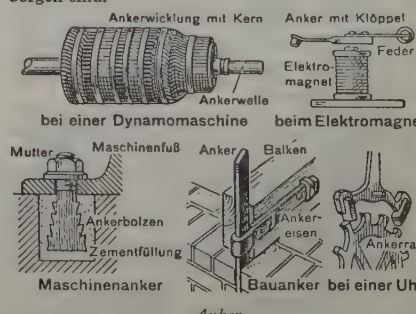
Anion, negatives → Ion einer dissoziierbaren chem. Verbindung. → Elektrolyse.

anisotrop, → isotrop.

Anke, BLECHBEARBEITUNG: ein Gesenk zum Heraustreiben halbkugelförmiger Erhöhungen aus Blechen mit dem Buckeleisen.



Anker, 1) BAUTECHNIK: Verbindungen aus Rund- oder Flachstahl, früher auch aus Holz, die auf Zug beansprucht, das Bauwerk zusammenhalten. Im *Hochbau* dienen zur Verankerung der Wände die Decken. Die Verankerung erfolgt durch druckverteilende *Ankerplatten*, die früher oft künstlerisch geschmiedet waren, heute meist im Mauerwerk verborgen sind.



2) ELEKTROTECHNIK: ein Körper aus magnetischem Material, im allg. Eisen, von magnetischem Fluß durchsetzt; bei *elektr. Maschinen* der Teil, der die in Nutzen eingebettete induzierte Wicklung trägt; bei Außenpolmaschinen der drehbare zylindrische Teil; bei Innenpolmaschinen im Ständer. Zur Verminderung der Wirbelströme im induzierten Eisen

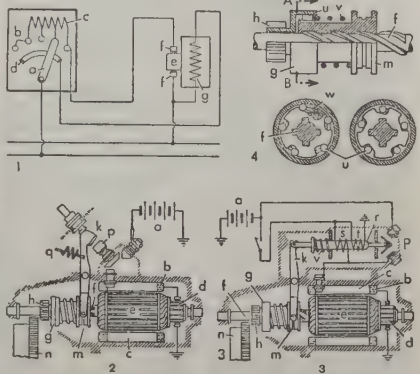
wird der A. aus gestanzten, gegenseitig isolierten Ankerblechen geschichtet. Beim Relais ist der A. der bewegliche Teil, der die Kontaktfedern trägt.

3) FERNMELDEBAU: Drahtseil, das eine Telegraphenstange vom Leitungszug und Winddruck entlastet.

4) schwerer eiserner Haken zum Festhalten von Wasserfahrzeugen gegen Wind- und Wasserströme, bereits aus vorgeschichtl. Zeit bekannt. Heute hauptsächlich verwendete Bauarten: 1) der *Stock-*, *Normal-* oder *Admiralitäts-A.* Der Stock kantet den A., sobald Zug auf die Kette kommt, so daß einer seiner Arme in den Meeresboden eindringt. Der Stock ist für bequemere Lagerung des A. an Bord beiklappbar. 2) der *stocklose A. (Patent-A.)*, am verbreitetsten der *Hall-A.*; er greift mit beiden Armen in den Grund, an Bord kann er besser gelagert werden. 3) der *Pilz-* oder *Schirm-A.* für längeres Liegen der Schiffe, z. B. für Feuerschiffe. Außerdem gibt es den *Draggen*, einen stocklosen A. mit meist 4 Armen für Flußfahrzeuge und zum Suchen verlorener Gegenstände, und den *See-* oder *Treib-A.*, ein helfsmäßig aus Balken, Segeltuch und Tauwerk hergestelltes schwimmendes Gestell, mit dem der Bug eines steuerlos treibenden Fahrzeugs bei schwerem Wetter gegen Wind und See gehalten und ein stärkeres Treiben verhindert wird.

Der Stock-A. lagert auf Schiffen bei Nichtgebrauch meist auf einer Ablaufebene, dem *Schweinsrücken*, während der Patent-A. unmittelbar in die *Ankerklüse*, ein durch das Oberdeck schräg nach außen führendes Rohr, eingehievt wird. Der A. ist mit dem Schiff durch die *Ankerkette* oder eine Stahlleine, in Booten auch Hanfleine, verbunden. Zur Handhabung von A. und Kette dient das *Ankergeschirr*. Die Kette lagert im Kettenkasten, läuft am Oberdeck um das zum Bremsen, Festhalten oder

das Schwungrad des Motortriebwerks übertragen wird. Sobald der Motor mit eigener Kraft läuft, wird die Verbindung zwischen A. und Motor selbsttätig gelöst. Nach der Art, wie das Ritzel ein- und ausgerückt wird, unterscheidet man *Schubanker*, *Schubtrieb*, *Schraubtrieb* (Bendix-) und *Schraubtrieb*-A. Bes. schwere Motoren haben auch *Schwungkraft-A.*, deren kinetische Energie von Hand oder mit einem Elektromotor erzeugt wird.



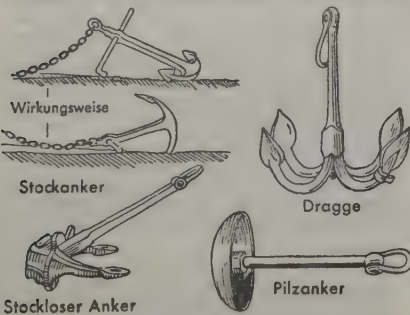
Anlasser: 1 für elektr. Maschinen, Schaltschema. a Handkurbel, b Anlaßkontakte, c Anlaßwiderstände, d Schleifschiene für Feldwicklung, e Kommutator, f Bürsten, g Feldwicklung. 2 Schubtrieb, 3 Schraubtrieb; 4 Mitnehmer eines Schraubtriebanlassers, oben Längsschnitt, unten Querschnitt A-B, links Freilauf gekoppelt, rechts ausgekoppelt; a Batterie, b Feldwicklung, c Polschuh, d Kollektor, e Anker, f Ankerwelle, g Freilauf, h Ritzel, k Schalthebel, m Führungsring, n Schwungrad des Motors, p Schalter, q Rückzugfeder, r Kern des Magnetschalters, s Einzugswicklung, t Haltewicklung, u Rollen, v Druckfeder, w Haltefedern (Schnitt).

Anlauffarben treten beim Erhitzen des Stahls auf und geben durch ihre bestimmte Reihenfolge gelb-braun-rot-blau-grau einen Anhalt für die erreichte Temperatur und ihre Einwirkungsdauer. Physikalisch handelt es sich um Interferenzfarben der in Abhängigkeit von Temperatur und Zeit allmählich dicker werdenden Oxidschichten.

annellierte Ringe, CHEMIE: zwei Ringe, die zwei nebeneinanderliegende Kohlenstoffatome gemeinsam haben, z. B. beim Naphthalin.

Anode, die Elektrode, über die die positive Ladung in eine elektrolytische Zelle oder in ein Vakuum eintritt, aus der also die negative Ladung (Elektronen) austritt (z. B. bei einer Elektronenröhre). Anodenstrahlen gehen von der elektrisch geheizten A. eines Entladungsrohres aus, auf die bestimmte Gemische von Alkali- oder Erdalkalisalzen aufgebracht wurden. Sie bestehen aus positiven Metallionen, die durch Verdampfung und thermische Ionisation bei 900-1500° C entstehen und im Spannungsfeld des Rohres hoch beschleunigt werden. Bei Elektronenröhren mit einem oder mehreren Gittern heißt der von der Kathode durch die Gitter zur A. fließende Elektronenstrom *Anodenstrom*, die zwischen Kathode und A. liegende Spannung *Anoden-spannung*. Die *Anodenbatterie* als Quelle des A.-Stroms von Batterieempfindlern, z. B. Kofferempfindlern, setzt sich aus Trockenelementen oder Akkumulatoren zusammen; Spannung z. B. 100 V.

Anodenverlustleistung, *Anodenbelastung* ist die durch den Aufprall der Elektronen auf die A. in Wärme umgesetzte Gleichstromleistung (Anoden-gleichspannung mal Anodengleichstrom). Für jeden Röhrentyp ist eine höchstzulässige A.-Verlustleistung vorgeschrieben. Bei Senderöhren ist Wärmeabfuhr durch Luft- oder Wasserkühlung nötig.



Einziehen der Kette dienende *Ankerspill* und führt durch die Klüse zum A. Das Spill wird entweder durch Menschenkraft (Gangspill) oder maschinell (Dampf oder Elektrizität) betätigt. A. und Ketten werden in Gewicht und Festigkeit dem Schiff angepaßt und geprüft. Die *Ankerboje*, die durch das *Boje-reep* mit dem A. verbunden ist, bezeichnet die Lage des A. im Grund. Im Falle eines Kettenbruchs kann der A. mittels des Bojereeps gelichtet werden.

5) ein Teil der Steigradhemmung bei der Uhr. **anlassen**, gehärteten Stahl zur Vergütung erwärmen.

Anlasser, 1) ELEKTROTECHNIK: regelbarer Widerstand oder Widerstandssatz, der beim Anlassen eines Elektromotors eingeschaltet wird. Er verhindert unzulässige Stromaufnahme, solange der Motor noch nicht seine Betriebsdrehzahl erreicht hat. Er wird als Metall- oder Flüssigkeits-A. ausgeführt. Beim Flüssigkeits-A. tauchen Metallmesser mehr oder weniger tief in die Flüssigkeit und erzeugen so einen veränderlichen Widerstand.

2) bei VERBRENNUNGSMOTOREN: Durchdrehvorrichtung zum Anwerfen. Der meist verwendete elektrische A. ist eine batteriegespeiste Hauptstrommaschine, deren Drehmoment durch ein Ritzel auf

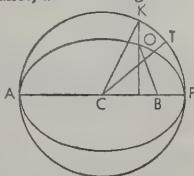
Anodengleichrichter – Antenne

Anodengleichrichter, eine Verstärkerröhre, die durch Einstellung des Arbeitspunktes auf den unteren Knick der Röhrenkennlinie nur die positiven Halbschwingungen verstärkt.

Anodenschlamm, meist edelmetallhaltiger Auf- lösrückstand bei der elektrolytischen Raffination von Rohmetallen.

anodische Oxydation, ein Verfahren zur Herstellung von Schutzschichten auf Metallen, bes. Aluminium (*Eloxalverfahren*). Bei der Zersetzung geeigneter Lösungen (Schwefelsäure, Oxalsäure, Chromsäure) durch den elektr. Strom ($\rightarrow$ Elektrolyse) treten an der Anode oxydierende Wirkungen auf. Die Schichten sind auch mit organischen Farbstoffen färbbar.

Anomalie, 1) ASTRONOMIE: der Winkelabstand eines Planeten oder Kometen vom Perihel (des Mondes vom Perigäum) seiner Bahn. Man unterscheidet wahre, mittlere und exzentrische A. Im Brennpunkt *B* der elliptischen Bahn (BILD) steht die Sonne. Das Perihel sei *P*, das Aphel *A* und der Planetenort *O*. Dann ist der vom Planeten seit seinem Periheldurchgang zurückgelegte $\angle PBO$ die *wahre A.* Würde ein fingierter Planet, der mit der gleichen Umlaufzeit, aber gleichmäßiger Geschwindigkeit auf der zur großen Achse *PA* gehörenden Kreisbahn um *C* läuft, in der gleichen Zeit das Bahnstück *PT* zurückgelegt haben, so bedeutet $\angle PCT$ die *mittlere A.* des Planeten. Fällt man von *O* das Lot auf die große Achse der Ellipse und verlängert es rückwärts bis zur Kreisbahn bei *K*, so entsteht in $\angle PCK$ die *exzentrische A.* Der Unterschied zwischen wahrer und mittlerer *A.* heißt *Mittelpunktsgleichung*.



Anomalie

2) WETTERKUNDE: Abweichung vom Mittelwert, besonders die Abweichung der Temperatur eines Ortes vom Mittel für den gleichen Breitenkreis.

3) $\rightarrow$ Erdmagnetismus.

anorganisch, nicht zur lebenden Natur gehörend. Die *a. Chemie* umfaßt alle Elemente mit ihren Verbindungen außer den organ. Verbindungen des Kohlenstoffs ($\rightarrow$ Chemie).

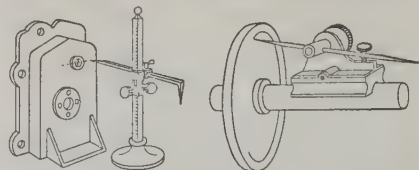
Anorthit, $\rightarrow$ Feldspat.

Anpassung, ELEKTROTECHNIK: die Bemessung des Widerstandes R_a eines Stromverbrauchers im Vergleich zum Innenwiderstand R_i einer Stromquelle. Bei festliegenden Werten von R_a und R_i schaltet man zur *A.* einen Widerstandswandler (Transformator, Schwingkreis, Leitung, Kathodenverstärker) dazwischen, um einen umgewandelten Widerstand R_a' zu erhalten. Bei $R_a = R_i$ oder $R_a' = R_i$ ist im allgemeinen die übertragene Leistung am größten, jedoch der Wirkungsgrad nur 50 %, ferner besteht auf Leitungen Reflexionsfreiheit. Bei Verstärkerröhren ist die günstigste *A.* nicht bei $R_a = R_i$, sondern sie ist von der Spannungs- und Stromaussteuerbarkeit abhängig.

Anregung, ATOMPHYSIK: die Überführung eines physikal. Systems in einen Zustand höherer Energie (angeregten Zustand).

anreissen, METALLBEARBEITUNG: das Anzeichnen (Anritzen) der Bearbeitungslinien auf dem Arbeitsstück. Die Linien werden mit einer *Reißnadel* eingeritzt, Punkte mit Hilfe eines Körners eingeschlagen. Die Reißnadel wird entweder frei von Hand geführt, oder mit Hilfe von Linealen, *Anreißwinkeln*, Kurven-, Schablonen, oder eingespannt in *Anreißzirkel* (Zirkel mit gehärteten Stahlspitzen an beiden Schen-

keln), *Reißstöcke*, *Parallelreißer*. Das Messen erfolgt in bezug auf Länge mit Maßstab, Maßklötzen, Parallelendmaßen oder Reißmaßen, in bezug auf



anreissen: links Parallelanreißer; rechts Universalreißstock.

Winkel mit Anreißwinkel, Anschlagwinkel, Winkelmesser und Kreisteilvorrichtungen, in bezug auf Lage des Werkstücks mit Wasserwaage.

H. MAURI: Das A. in Maschinenbau-Werkstätten (1948).

Anschlagwinkel, dient in der Werkstatt zum Anreissen von rechtwinklig zueinander liegenden Graden, als Winkel von z. B. 135° zum Anreissen von Gehängen.



Anschlagwinkel

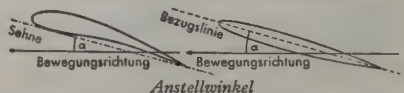
Anschlußstelle, 1) EISENBAHN: Bahnanlage der freien Strecke, wo Züge ein an das Streckengleis angeschlossenes Gleis bedienen können, ohne daß das Streckengleis für einen anderen Zug freigegeben wird.

2) STRASSENBAU: der Übergang von einer plankreuzungsfreien Autobahn auf eine Landstraße. Es gibt einseitige (BILD 3) und zweiseitige *A.* (BILD 1 u. 2). Sie werden durch blaue Baken angeündigt (600, 400, 200 m) und durch ein Schild bezeichnet, auf dem die nächst erreichbaren Ziele angegeben sind.

Anschlußwert, die in Watt (W) oder Kilowatt (kW) ausgedrückte Meßzahl für die als Höchstwert angenommene Stromaufnahme einer stromverbrauchenden Einrichtung (Lampe, Motor, Elektrogerät, Installationsanlage, Hausanschluß); z. B. ist der *A.* eines Bügeleisens, seiner Leistungsaufnahme entsprechend, 400 bis 600 W.

anstehend heißen die unter dem Lehm- und Schuttmantel heraustretenden Gesteinsmassen.

Anstellwinkel eines *Trogflügels*, der Winkel zwischen fester Bezugslinie im Flügelprofil (meist Sehne) und Bewegungs- oder Anströmungsrichtung.

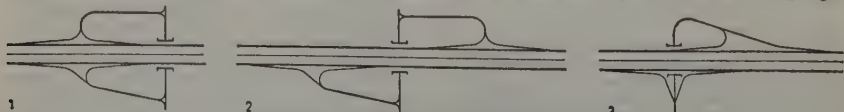


Anstellwinkel

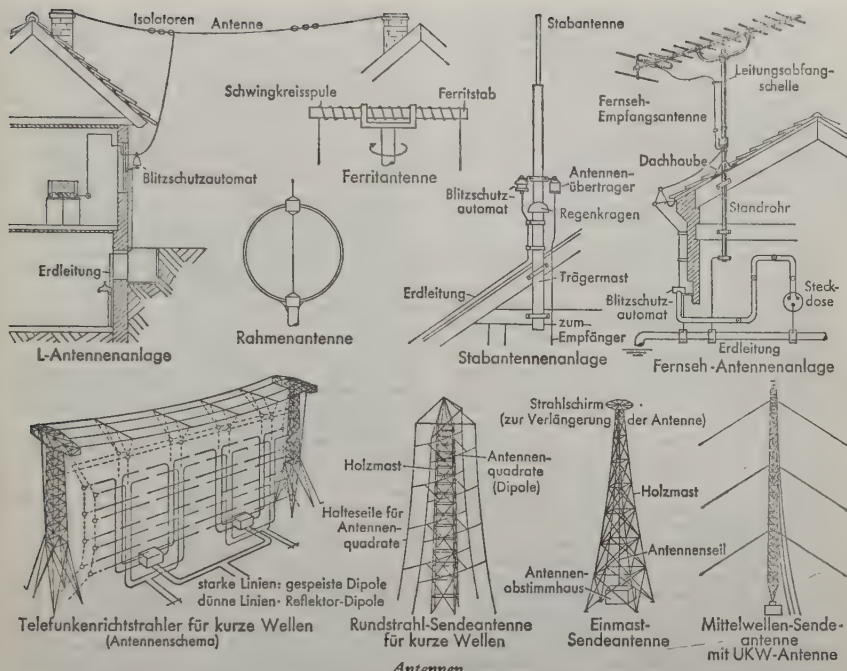
Anstrich erfolgt zum Schutz gegen äußere Einflüsse, z. B. Nässe, zur Verschönerung, zur Sichtverbesserung, zum Tarnen. Mauer-*A.* sind gewöhnlich in Kalkfarben ausgeführt; Ölfarben-*A.* ergeben eine dichte, abwaschbare Oberfläche, verhindern aber das natürl. Atmen der Wände. Für Holz ist wichtig eine gute Grundierung mit Firnis oder Grundfarbe. Bei Eisen dienen als Rostschutz Ölfarben, deren erste Schicht Bleimennige enthält. Feuerhemmende *A.*: Wasserglas, Zellon u. ä.

Antenne, Einrichtung zum Ausstrahlen und Empfangen elektromagnetischer Wellen.

Empfangs-Antennen: Ankommende Wellen erzeugen in der *A.* im gleichen Rhythmus Spannungen, die dem Empfänger zugeführt werden. Am wirksamsten ist die *Hoch-A.*, eine zwischen hochgeleg-



Anschlußstelle: 1 zweiseitige symmetrische, 2 zweiseitige unsymmetrische Ausbildung; 3 einseitige Anlage, Trompetenausbildung.



nen Punkten ausgespannte Bronzelitze in L-Form (Zuleitung am Drahtende) oder T-Form (Zuleitung in der Mitte); wegen Platzmangels werden heute häufig *Stab-A.* in Form von Stahlrohrmasten auf dem Dach verwendet; *Gemeinschafts-A.* sind meist solche Maste mit vorgeschaltetem A.-Verstärker oder A.-Übertrager für mehrere Anschlüsse. *Innen-A.* sind im Zimmer z. B. auf der Scheuerleiste verlegt. *Rahmen-A.* bestehen aus einer Spule mit waagerechter Spulenchse und senkrechter Drehachse; sie haben Richtwirkung, d. h. empfangen vornehmlich die in Richtung der Windungsebene einfallenden Wellen. Sie dienen daher in der Navigation zur Richtungs- oder Standortbestimmung (→ peilen). Eine neuere Form der Rahmen-A. ist die *Ferrit-A.*, bei der die Spule auf einen Stab aus Ferrit gewickelt ist und die in Rundfunkempfängern auf dem Mittel- und Langwellenbereich zur Vermeidung des Empfanges unerwünschter Sender verwendet wird. Kraftwagen-A. sind meist *Stab-A.* Beim Gegensprechverkehr dient die gleiche A. als Send- und Empfangs-A. Zum UKW-Empfang sind waagrecht angeordnete *Dipole* gebräuchlich, deren Breitseite auf den Sender gerichtet ist und deren beide Teile je ungefähr gleich einem Viertel der Wellenlänge gemacht werden. A. für Fernseh-Empfang bestehen aus einem Dipol und mehreren → Direktoren (*Yagi-A.*), die durch Bündelung die Empfangsenergie steigern und die Richtwirkung verbessern.

Sende-Antennen: Für den Rundfunk erwendet man **Rundstrahler**, im Kurzwellenverkehr **Richtstrahler**; die ersteren strahlen gleichmäßig in alle Richtungen, die letzteren nur in eine. Richtstrahler sind meist Dipole, die in der Mitte mit Energie gespeist werden. Zur Erhöhung der Richtwirkung dienen Reflektoren in Form von nichtgespeisten Dipolen. Bei Dezimeterwellen hat der Reflektor die Form eines Parabelspiegels und besteht z. B. aus einem Drahtnetz. Zum Aussenden längerer Wellen dienen **Flächen-A.**, die aus mehreren um einen Mittelstrahler angeordneten Außenstrahlern bestehen (Schwundminderung). Eine **Eindraht-A.** ist ein

senkrecht in der Achse eines Holzturmes aufgehängtes Hohlseil, das in der Spitze des Turmes in einem Bronzering endet (Spitzenkapazität), der als Abschlußkapazität eine elektrische Verlängerung, d.h. eine geometrische Verkleinerung der A.-Bauhöhe bewirkt. Heute werden stattdessen isoliert aufgestellte Eisenmasten, z. B. mit ausfahrbarer Nadel zum Regeln der Wellenlänge, benutzt. UKW-Rundfunk-A. werden als Richtstrahler (Dipole) oder Rundstrahler, z. B. Doppelschleifrohrstrahler oder U-förmige Dipole ausgeführt und möglichst hoch angeordnet, z. B. auf Bergen, Türmen.

H. H. MEINKE - F. W. GUNDLACH: Taschenb. d. Hochfrequenztechnik (*1962); FRÄNZ und LASSEN: A. und Ausbreitung (*1956); A. FIEBRANZ: A.-Anlagen für Rundfunk- und Fernsehempfang (1961); OXLEY und NOWAK: Antennentechnik (*1957); H. G. MENDE: A. f. Rundfunk- und UKW-Empfang (*1958).

Anthrachinon, $C_6H_4 \begin{array}{c} \diagup CO \diagdown \\ \diagdown CO \diagup \end{array} C_6H_4$, in Wasser

unlös. organ. Stoff, durch Oxydation aus Anthrazen hergestellt: ein Grundstoff der Teerfarbchemie.

Anthrazen, $C_{14}H_{10}$, in Tafeln kristallisierender arom. Kohlenwasserstoff aus dem Steinkohlenteer, Ausgangsstoff für die Herstellung von A.- und Indanthrenfarbstoffen.

Anthrazi, eine Glanzkohlenabart, sehr harte, glänzende Steinkohle; sie ist schwer entzündlich, verbrennt ohne Rauch mit kleiner Flamme und hat, wenn rein, von allen Kohlen den größten Heizwert (8000 kcal/kg). Hauptvorkommen in Pennsylvanien, Belgien, Südwestes, China.

Antibasen, Lewisische Säuren, solche Teilchenarten (z. B. H^+), die von einem einsamen Elektronenpaar, wie es eine Base besitzt (z. B. NH_3), addiert werden können.

Antibiotika, verwickelt gebaute chem. Verbindungen, die ursprünglich ausschließlich aus den Stoffwechselprodukten niederer Pilze gewonnen

Antiferromagnetismus – Apollonischer Kreis

und zur Bekämpfung von Infektionskrankheiten verwendet wurden. Heute kennt man auch viele A. aus höheren Pflanzen und Tieren. Chemisch sind die A. zum Teil Polypeptide, zum Teil haben sie aliphatische, aromatische oder heterozyklische Struktur. A. werden auch als Konservierungsmittel für Fleisch und Fisch verwendet.

Antiferromagnetismus, natürlicher Magnetismus einiger kristallisierter Stoffe, der wie der Ferromagnetismus auf Austauschkräften zwischen den Gitterionen, jedoch mit antiparallel eingestellten Spins, beruht. Antiferromagnetika sind z. B. Mangan-, Eisen-, Kobalt- und Nickeloxide und -fluoride.

Antigorit, → Chlorite.

Antikathode, eine Elektrode einer → Röntgenröhre.

Antiklinale, → Faltung.

Antiklopfmittel, chemischer Zusatzstoff zu den Treibstoffen, der das → Klopfen der Motoren vermindern soll, z. B. Bleitetraäthyl, Eisenkarbonyl.

Antikoinzidenzanlage, eine elektron. Schaltung, die nur dann einen hineingegebenen Impuls durchläßt, wenn nicht innerhalb eines kleinen einstellbaren Zeitabschnitts ein zweiter Impuls eingeht.

Antimaterie, Materie aus Atomen, die ausschließlich aus → Antiteilen bestehen. Solche Atome wären stabil, doch müßte ein Zusammenstoßen von Materie und A. zur gemeinsamen Zerstreuung führen. Die uns bekannte natürliche Materie enthält keine Antiteilechen.

Antimetabolite, Stoffe, die auf Grund ihrer chemischen Ähnlichkeit mit bestimmten normalen Zellbestandteilen deren Platz in der Zelle einnehmen, ohne jedoch deren physiolog. Funktionen zu übernehmen. Die wichtigsten A. sind Antivitamine, Aminosäure-, Pyrimidin- und Purin-Antagonisten. A. können auch in der Schädlingsbekämpfung eine Rolle spielen (Hexachlorzyklohexan); ferner werden sie bei der Bekämpfung bestimmter Krebsgeschwülste eingesetzt.

Antimon, Sb, chem. Element, Metall; Ordnungszahl 51, Massenzahlen 121, 123, Atomgewicht 121,75, Schmelzpunkt 630°C, Siedepunkt 1635°C, Dichte 6,62 g/cm³, Vorkommen nur in Verbindungen, bes. als A.-Sulfid (Grauspießglanz) und in anderen Schwefelverbindungen. Hauptvorkommen in China, kleinere auch in Mitteleuropa. Häufigste techn. Darstellung: Überführung von A.-Sulfid durch Erhitzen an Luft in A.-Oxid, Sb₂O₃, das sich durch Erhitzen mit Kohle reduzieren läßt. Anschließend Reinigung bis zu 98% (Handels-A.), manchmal bis zu 99,99%. Die gewöhnl. Modifikation des A. ist fast silberweiß und sehr spröde; weitere Modifikationen sind gelbes, nichtmetall. A., kolloidales A., schwarzes A. u. a. Verwendung: als härtender Legierungszusatz zu Bleilegierungen (z. B. Hartblei, Lettermetall, Lagermetalle) und zu Zinnlegierungen. Von den Verbindungen dienen A.-Sulfid, Sb₂S₃, zur Zündholzerstellung, andere bes. zur Herstellung vor allem roter Farbstoffe (giftig).

Antimonit, *Antimonglanz*, Schwefelantimon, Sb₂S₃, metallisch-glänzendes graues rhombisches Mineral und wichtigstes Antimonerz.

antiparallel heißen Vektoren, wenn sie parallel sind und entgegengesetzte Richtung haben.

Antiteilechen, ein Elementarteilchen, das nach der Diracschen Theorie durch eine → Wellenfunktion für Zustände negativer Energie beschrieben werden kann, im Gegensatz zu den gewöhnl. Teilchen, denen Wellenfunktionen für Zustände positiver Energie zugeordnet sind. Beim Übergang von einer zur anderen Art von Wellenfunktionen und damit vom Teilchen zum A. bleiben erhalten: Masse, Spin, isobarer Spin, Parität, Lebensdauer; entgegengesetzt werden: Ladung, Fremdeitungsquantenzahl, Baryonenzahl, Leptonenzahl, magnet. Moment. A. entstehen zusammen mit ihren Teilchen bei Stößen hoher Energie; experimentell bestätigt wurden bisher: Positron, Antiproton, Antineutron sowie die A. von Mesonen und Hyperonen (→ Paarzeugung).

Antizyklone, ein Gebiet hohen Luftdrucks am Boden, bei dem der Druck vom Kern nach außen abnimmt. Der Wind umkreist den Kern auf der N-Halbkugel im Sinne des Uhrzeigers, auf der S-Halbkugel entgegengesetzt. In den unteren Schichten wird eine ausströmende Komponente des Windes erzeugt. Zum Ersatz sinken im Hochdruckgebiet die Luftmassen langsam (einige cm je s) ab. Dabei kommt es zu Erwärmung und Wolkenauflösung (→ adiabatisch). Längere Zeit ortsfeste A. bestehen meist aus Warmluft; in höheren Breiten kommen auch kalte A. vor.

Antrieb, 1) der einem Körper, etwa einer ortsfesten Maschine oder einem Fahrzeug, zugeführte → Impuls; übertragen auch die Kraftmaschine, die den mechanischen A. liefert, z. B. Triebwerke, Elektromotoren, Dampfkraftmaschinen, Verbrennungsmotoren, Strahlantriebe.

2) die Teile einer Maschine oder Anlage, die die Bewegung vermitteln. Man unterscheidet nach dem Kraftmittel: Hand-, Fuß-, elektr., Dampf-A. u. a.; nach der Form: Gruppen-A., wenn alle Maschinen von einer gemeinsamen Welle aus angetrieben werden, Einzel-A., wenn jede Maschine ihren eigenen Motor besitzt. Gegensatz: → Abtrieb.

Anziehung, *Attraktion*, → Kraft.

Apatit, Mineral in hexagonalen prismat. Kristallen von der Zusammensetzung Ca₅(PO₄)₃(F, Cl, OH), auch derb oder faserig dicht (*Phosphorit*), meist farblos, seltener grün oder andersfarbig, klar bis durchscheinend. Phosphorit ist als Düngemittel wichtig.



Apatit

aperiodisch im strengen Sinne, d. h. nicht periodisch, ist jeder wirkliche, also nicht ewig währende Vorgang. Ein System heißt *a. gedämpft*, wenn es nach einer Auslenkung aus der Gleichgewichtslage ohne Umkehr der Bewegungsrichtung in die Ruhelage zurückkehrt. Bei Verringerung der Dämpfung ergibt sich schließlich Überschwingen. Der *a. Grenzfall* trennt die Gebiete ohne und mit Überschwingen. → Periode.

Apertur, der Sinus des *Aperturwinkels*, d. h. des halben Winkels der Randstrahlen, die noch von einem Dingpunkt aus in ein opt. System eintreten können. *Numerische A.* ist das Produkt aus A. und Brechungsindex im Dingraum. Sie kann bei Mikroskop. Trockenobjektiven bis fast 1,0, bei Objektiven mit Ölimmersion bis 1,45 betragen und bestimmt Auflösungsvermögen und Bildhelligkeit.

Apex, *Scheitel*, der Punkt des Himmels, auf den die Bewegung der Erde in ihrer Bahn um die Sonne gerichtet ist; der entgegengesetzte Punkt heißt *Antapex*. – A. der *Sonnenbewegung* heißt der Punkt (im Sternbild des Herkules), auf den sich unser Sonnensystem mit einer Geschwindigkeit von 19,5 km/s hin bewegt.

Apfeläther, der Amylester der Baldriansäure, riecht angenehm nach Äpfeln, wird in der Konditorei verwendet.

Apfelsäure, COOH–CH(OH)–CH₂–COOH, eine in Pflanzensäften und Früchten vorkommende zweibasige organ. Säure.

Aphel, → Apisden.

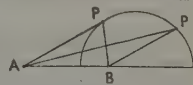
aplanatisch, OPTIK: ein abbildendes System, wenn es Öffnungsfehler vermeidet und die Sinusbedingung erfüllt (*Aplanat*). → Abbildungsfehler.

Aplit, Ganggestein, das an Eisen u. a. färbenden Elementen ärmer und daher heller ist als das entsprechende Tiefgestein.

apochromatisch, OPTIK: ein abbildendes System (Mikro-, Photo- oder Fernrohrobjektiv) mit besonders guter Korrektur der Farbfehler (→ Abbildungsfehler). Ein *Apochromat* enthält meist eine Kristalllinse, z. B. Flußspat.

Apogäum, → Apisden.

Apollonischer Kreis, der Kreis, dessen sämtliche Peripheriepunkte P die Eigenschaft haben, daß ihre Entfernungen von zwei festen Punkten A und B in einem festen Verhältnis stehen (BILD).



Apollonisches Problem, Berührungsproblem, die Aufgabe, Kreise zu konstruieren, die drei gegebene Kreise von innen oder außen berühren.

Apophyllit, tetragonales Mineral der Zusammensetzung $KCa_4(Si_2O_6)_4 \cdot 8H_2O$. Färbung weiß oder rötlich durchscheinend bis durchsichtig, Vorkommen auf Erzgängen und in Hohlräumen vulkanischer Gesteine.



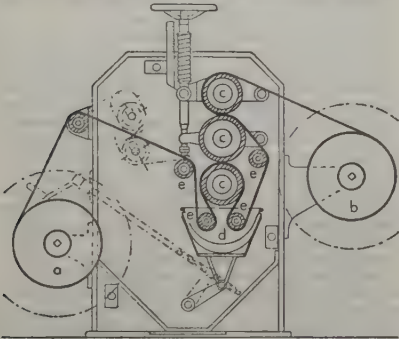
Apophyllit

Apophyse, ein räumlich engbegrenzter, in einem älteren Nebengestein steckender Seitenarm aufsteigender magmatischer Gesteinsmassen.

Apostilb, Abk. *asb*, Untereinheit der Leuchtdichte, → Stilb, → Photometrie.

Appleton, Edward Victor, engl. Physiker, * 1892, entdeckte eine oberhalb der Heaviside-Schicht oder E-Schicht gelegene zweite leitende Schicht der Atmosphäre, die *Appleton-Schicht*, heute allgemein *F₂-Schicht* genannt. Nobelpreis 1947.

Appretur, 1) *Textilureddung, Austüftung*, Verfahren, um Textilien auf chem. Wege oder durch mechan. Bearbeitung ein besseres Aussehen (Griff, Glanz, Glätte) oder erhöhte Gebrauchseigenschaften zu verleihen. Hierzu gehören das Stärken mit Füllstoffen, Pressen, Mangeln, Kalandern, Scheren, Rauhen, Walken, Dekatieren sowie das Krumpfecht-, Knitterfest- und Wasserabstoßendmachen.



Appretur: Warenlauf-Schema eines Foulards (Bauart Benninger); a Einführung der Rohware, b Aufwickeln der appretierten Ware, c Abpreßwalzen, d Wanne für das Appreturmittel, e Leitwalzen zur Warenführung.

Als **Appreturmittel** werden verwendet: Stärkearten, aufgeschlossene Stärken und Stärkeabbauprodukte, Pflanzenschleime (Johannisbrotkernmehl), Gummisorten (arabischer Gummi, Tragant), Leim und Gelatine sowie eine große Reihe synthetischer Hilfsmittel (Zelluloseabkömmlinge, Kunstharzprodukte u. a.). Außer diesen Appreturträgern und Verdickungsmitteln werden noch Alkohole und Zuckerarten (Glycerin, Sirup), Öle und Fette, Wachse, Kohlenwasserstoffe (Paraffin, Stearin) u. dgl. zugesetzt, sowie Antisepitika (Borverbindungen, Formalin, Salizylsäure), die Fäulnis und Schimmelbildung der A. verhindern.

W. BERNARD: Die A. der Textilien (1960).

2) *Finish*, helle Flüssigkeit, die z. B. bei der Herstellung auf die fertigen Schuhe aufgetragen wird, um ihnen einen besonderen Glanz zu geben.

Approximation, → Näherung.

Apsiden, die beiden Punkte der ellipt. Bahn eines Himmelskörpers, in denen dieser dem in einem der Brennpunkte stehenden Hauptkörper am nächsten oder am fernsten ist. Bei der Erdbahn heißen sie *Perihel* (Sonnennähe) und *Aphel* (Sonnenferne), bei der Mondbahn *Perigäum* (Erdnähe) und *Apogäum* (Erdferne), bei Doppelsternbahnen *Periastron* (Sternnähe) und *Apastron* (Sternferne). Die Verbindungslinie zwischen den A., zugleich die große Achse der Bahnellipse, heißt *A.-Linie*.

Apsis, halbrunder (später auch vielseitiger), meist mit einer Halbkuppel überwölbter Raumteil. Wegen ihrer Überwölbung in Form einer Viertelkugel wird die A. auch *Koncha* (Muschel) genannt.

Aqua, Wasser. *A. destillata*, chemisch reines, destilliertes Wasser.

Aquädukt, Wasserleitung, im besonderen die zu Monumentalbauten entwickelten A. der Römer, die als offene oder gedeckte, z. T. über Bogenbrücken geführte Kanäle den Städten das Wasser von den Gebirgsquellen in natürlichem Gefälle zuleiteten.

Aquamarin, → Beryll.

Aquariden, Sternschnuppenschwärme aus dem Sternbild Aquarius, im Mai und Juli.

Aquatinta, in der Radierkunst ein Verfahren, bei dem in eine mit einem angeschmolzenen Asphaltstaubkorn versehene Kupferplatte die aufgepaute Zeichnung stufenweise (nach jedesmaligem Abdecken) mit Eisenchlorid eingätzt wird.

Äquator, 1) *Erdäquator*, seemännisch *Linie* genannt, der größte Kreis der Erdkugel, dessen Ebene auf der Erdoberfläche senkrecht steht; 40076,6 km lang. Er teilt die Erdkugel in die nördl. und süd. Halbkugel. 2) *Himmelsäquator*, *Äquinoktialkreis*, der größte Kreis der Himmelskugel, dessen Ebene auf der Weltachse senkrecht steht. Im Frühlings- und Herbstanfang schneidet die scheinbare Bahn der Sonne (→ *Eklptik*) den Himmels-Ä. (Schnittpunkte: Frühlingspunkt, Herbstpunkt, *Äquinoktialpunkte*). *Ä.-Höhe*, der Winkel zwischen dem Himmels-Ä. und der Horizontebene. 3) *magnetischer Ä.*, die Linie, die die Orte mit der Inklination Null verbindet.

4) **METEOROLOGIE**: *kalorischer Ä.*, der Breitenkreis, dem in den beiden Halbjahren die gleiche Strahlungssumme zugeführt wird; *thermischer Ä.*, Zone höchster Temperatur; *meteorologischer Ä.*, Zone höchster Temperatur, stärkster Niederschläge und Bewölkung sowie konvergierender Winde im Tropengürtel.

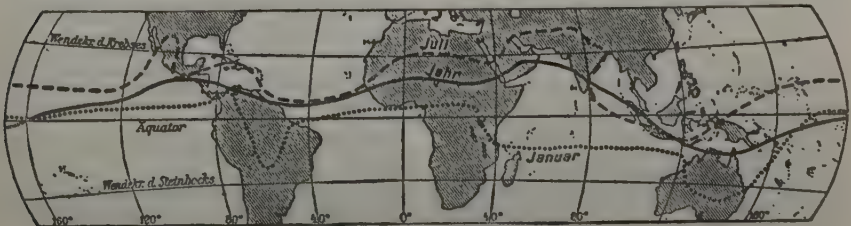
Äquatorial, → astronomische Instrumente.

Äquinoktium, Zeit der Tagundnachtgleiche, am Frühlingsanfang um den 21. März und am Herbstanfang um den 23. September. Die Sonne steht dann im → Äquator und geht um 6 Uhr Ortszeit auf, um 18 Uhr unter.

Äquipartitionssatz, → Gleichverteilungssatz.

Äquipotentialflächen, → Potential.

äquivalent, gleichwertig. 1) **CHEMIE**: *Gramm-äquivalent* eines chem. Elements oder einer chem. Verbindung ist diejenige Menge, der 1 Grammatom Wasserstoff (= 1,008 g) oder 1/8 Grammatom Sauerstoff (= 8 g) in bezug auf bestimmte chemische Wirkungen entspricht. *Elektrochemisches Äqui-*



Thermischer Äquator.

Äquivalenzhypothese – arid

valent, → Elektrolyse. **Äquivalentgewicht** eines chem. Elements, diejenige Gewichtsmenge, die sich mit einem Grammatom Wasserstoff verbindet oder in Verbindungen an die Stelle eines Gramatoms Wasserstoff treten kann. Sie ist gleich dem Quotienten aus Atomgewicht und Wertigkeit.

2) ELEKTROTECHNIK: Zwei Wechselstromschaltungen, die trotz verschiedenem Aufbau des Netzwerkes für alle Frequenzen gleiches elektr. Verhalten nach außen zeigen, heißen ä.

Äquivalenzhypothese, die grundlegende Behauptung der allgem. Relativitätstheorie, daß Wirkungen der Schwerkraft und Wirkungen von Beschleunigungen grundsätzlich nicht unterscheidbar sind; gleichbedeutend mit der Gleichheit von *träger* und *schwerer Masse*.

Ar, chem. Zeichen für → Argon.

Ar, Flächenmaß, 100 m².

Arabin, *Arabinsäure*, (C₆H₁₀O₆) + H₂O, als Kalzium-, Magnesium- und Kaliumsalz der Hauptbestandteil des → Gummi arabicum.

Arabinose, ein Zucker aus der Reihe der Pentosen von der Formel C₅H₁₀O₅. Herstellung durch Hydrolyse von Kirschgummi mit Säuren. **A** liefert bei der Reduktion *Arabit*, C₆H₁₂O₆, einen fünfwertigen Alkohol.

Aragonit, rhombisches Mineral, CaCO₃, farblos, weiß oder hellfarbig, kommt in Hohlräumen von Erguß- und in Sedimentgesteinen vor. Stalaktitische Formen bildet die *Eisenblüte*, kugelig-schalige der *Erbsenstein*.

Aräometer, *Senkwaage*, Gerät zur Messung der Dichte oder der Dichtezahl (spez. Gewicht) von Flüssigkeiten: ein unten mit Blei oder Quecksilber beschwerter Glaskörper läuft nach oben in ein zylindrisches Glasrohr mit Skala aus. In eine Flüssigkeit gebracht, verdrängt das A. in der Schwimmblase eine Flüssigkeitsmenge, deren Gewicht seinem eigenen Gewicht gleich ist. Es sinkt in einer leichteren Flüssigkeit tiefer ein als in einer schwereren. Die A.-Skalen sind in Dichtegrade nach Balling, Baumé, Beck, Brix, Cartier, Gay-Lussac, Stoppani, Twaddle oder direkt in spezifische Gewichte (g/cm³) geteilt (TABELLE). Die Angaben von in Prozent einer Lösung gezeichneten A. (*Alkoholometer*, *Sacharimeter*, *Säurewaagen*, *Laktometer* u.a.) sind von der Temperatur abhängig. *meter*



Aragonit



UMRECHNUNG VON ARÄOMETERGRADEN IN DICHTEZAHLEN ρ

	schwerer als Wasser	leichter als Wasser
Balling	$\rho = \frac{200}{200 + n}$	$\rho = \frac{200}{200 - n}$
Baumé	$\rho = \frac{144,3}{144,3 + n}$	$\rho = \frac{144,3}{144,3 - n}$
Beck	$\rho = \frac{170}{170 + n}$	$\rho = \frac{170}{170 - n}$
Brix	$\rho = \frac{400}{400 + n}$	$\rho = \frac{400}{400 - n}$
Cartier	$\rho = \frac{136,8}{126,1 + n}$	$\rho = \frac{136,8}{126,1 - n}$
Stoppani	$\rho = \frac{166}{166 + n}$	$\rho = \frac{166}{166 - n}$

Arbeit, PHYSIK: Wird ein Körper entgegen einer auf ihn wirkenden Kraft bewegt, so wird dabei eine A. geleistet, die der Kraft und der Verschiebung in Richtung dieser Kraft proportional ist. In den gebräuchl. Maßsystemen ist der Proportionalitätsfaktor = 1, so daß das physikal. Maß der A. das Produkt aus Kraft und Verschiebung (Weg) in der Kraftrichtung ist. Dieses physikal. Maß der A. ist in vielen Fällen vergleichbar mit dem subjektiven Maß der Anstrengung, die man bei der Arbeitsleistung

empfindet. Eine Masse von 2 kg entgegen der Schwerkraft 2 kp um 1 m zu heben, kostet die gleiche Anstrengung, wie 1 kg um 2 m zu heben; die mechanische A. beträgt in beiden Fällen 2 mkp. Die gleiche A. vermag die Masse zu leisten, wenn sie aus der Hubhöhe wieder fallen gelassen wird: Die A. wird beim Heben gleichsam in ihr gespeichert. In jeder Höhe hat sie ein dieser Höhe proportionales A.-Vermögen oder eine mechanische Energie, die durch Fall wieder in mechan. A. umgesetzt werden kann (z. B. beim Wasserrad). In gleicher Weise gelangt man zum Begriff und zum Maß der elektrischen (elektromagnet.) A. (z. B. Hebung eines Elektrons im Atom entgegen der elektr. Anziehung des Atomkerns), der thermischen (Ausdehnungs-) A. (z. B. Bewegung des Kolbens durch die expandierenden Gase im Verbrennungsmotor entgegen Zwangskräften, Trägheit und Reibung) und anderer Formen physikal. A. Bei jeder A.-Leistung entgegen einer Kraft wird die zugeführte Energie, soweit sie nicht als Wärme verlorengeht (z. B. bei allen A. gegen Reibungskräfte), gespeichert und steht für neue A.-Leistung zur Verfügung. (→ Energie)

Arbeitsmaschine, Maschine, die ihren Antrieb durch Menschen- oder Tierkraft oder → Kraftmaschinen erhält und eine Arbeit verrichtet, z. B. Werkzeugmaschinen, Pumpen, Verdichter, Hebe-, Schreib-, Rechenmaschinen.

Arbeitsmesser sind: *Elektrizitätszähler* zum Messen elektr. Arbeit, *Kalorimeter* zum Messen von Wärmearbeit. Die mechanische Arbeit der Wärme- und Kraftmaschinen läßt sich durch den *Indikator* bestimmen. Bei der Prüfung von Kraftmaschinen wird die in der Sekunde gelieferte Arbeit (Leistung) ermittelt. Zu diesem Zweck mißt man das Drehmoment mittels *Pendeldynamo*- oder *Bremsdynamometer* (Pronyscher Zaum). Aus Drehmoment und minütl. Umdrehungszahl ergibt sich die nutzbare Leistung.

Arbeitsstrom-Schaltung, Verbindung zwischen Stromquelle und Apparat, bei der dieser nur dann arbeitet, wenn Strom fließt. Gegensatz: *Ruhestrom-Schaltung*.

Archäikum, *Archäikum*, → Erdgeschichte.

Archimedes, überragender Mathematiker und Mechaniker der alexandrin. Epoche, * um 285 v. Chr., bei der Eroberung von Syrakus 212 von einem röm. Soldaten getötet. Er berechnete Kreisfläche und Kreisumfang, Flächeninhalte und Rauminhalte des Parabelsegments, der Ellipse, Spirale, des Rotationsparaboloids, des einschaligen Hyperboloids u. a. und nahm Schwerpunktsbestimmungen dafür vor. Für π gab er einen Wert zwischen $3\frac{1}{7}$ und $3\frac{10}{71}$ an, entwickelte in seiner „Sandrechnung“ ein Verfahren zur Exponentialschreibweise beliebig großer Zahlen und im „Bhodos“ eine Art Integrationsverfahren. Bedeutender noch als seine Behandlung der Gleichgewichtsbedingungen des Hebens ist die Abhandlung über die schwimmenden Körper, in der das *Archimedische Prinzip* enthalten ist (→ Auftrieb).

Argentale, eine Aluminium-Mangan-Legierung oder Neusilber ähnliche Legierung; *Argentale*, alte Bezeichnung für Neusilber, bestehend aus Kupfer, Nickel und Zink.

Argentometrie, *Fällungsmaßanalyse*, titrimetrische Bestimmung von Chlor-, Brom-, Jod-, Zyan-, Rhodan-Ionen mit Silbernitratlösung oder umgekehrt.

Argon, *Ar*, chem. Element aus der Gruppe der → Edelgase, Ordnungszahl 18, Massenzahlen 40, 36, 38, Atomgewicht 39,948; Schmelzpunkt –189,4°C, Siedepunkt –185,9°C, Dichte $1,7839 \cdot 10^{-3}$ g/cm³. A. ist mit 1,3 Gewichtsprozenten in der Luft enthalten; Gewinnung durch fraktionierte Destillation von verflüssigter Luft. Verwendung zur Füllung von Glühlampen und Leuchtrohren.

Argument, MATHEMATIK: 1) die unabhängige Veränderliche einer → Funktion; 2) der Winkel am Pol bei Polarkoordinaten.

arid heißt das Klima in Trockengebieten, in denen Verdunstung größer ist als Niederschlag; auch zur Kennzeichnung von geolog. Vorgängen in a. Gebieten benutzt man den Begriff.

Arithmetik, sowohl das Rechnen mit Zahlen als auch die → Zahlentheorie.

Arkose, ein feldspathischer Sandstein, arides Verwitterungsprodukt von Graniten und Gneisen.

Arkturus, rotgelber Stern 1. Größe, α im Sternbild des Bootes.

Arkus, → Winkelfunktionen.

Armatur, Ausrüstungsstück einer Anlage, z. B. Meß- und Bedienungsinstrumente (A.-Brett im Kraftwagen).

Armierung, Bewehrung, → Stahlbeton.

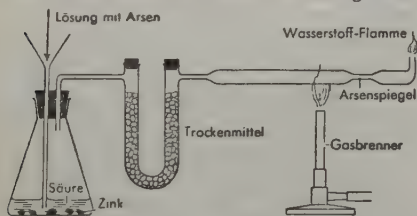
aromatisch, → Kohlenwasserstoffe; a. Verbindungen, → Kohlenstoffverbindungen.

arretieren, festhalten, feststellen, insbes. von empfindl. Waagen und Instrumenten zur Schonung der Lager.

Arrhenius, Svante, schwed. Chemiker und Astronom, * 1859, † 1927, schuf 1882 die Lehre der elektrolyt. Dissoziation. Er arbeitete auch über astronom. Gegenstände. 1903 Nobelpreis.

E. H. RIESENFELD: S. A. (1931).

Arsen, As, chem. Element mit teils metall., teils nichtmetall. Eigenschaften; Ordnungszahl 33, Massenzahl 75, Atomgewicht 74,9216. A. sublimiert bei 616° C, Dichte 5,72 g/cm³. Eine graue, spröde „metall.“ Modifikation kommt in der Natur in elementarer Form als Scherbenkobalt vor, ferner in vielen Verbindungen (bes. Schwermetall-A.-Schwefel), z. B. A.-Kies, FeAsS. Daneben gibt es eine nichtmetall. gelbe Form des A. Techn. Gewinnung von A. meist durch Erhitzen von A.-Kies unter Luftabschluß, wobei das A. sublimiert. Gedeignetes A. wird als Legierungszusatz für Schrotmetall, Spiegelbronze, manchmal auch für Kupfer verwendet. A. und die meisten seiner Verbindungen sind



Arsen: Marshsche Probe.

giftig. A. bildet zwei Oxide: Arsen(III)-oxid, *Arsenik* (As_2O_3), Arsen(V)-oxid (As_2O_5) und bildet Verbindungen mit Halogenen, Schwefel und Wasserstoff. As_2O_3 wird zur Schädlingsbekämpfung und in der Medizin verwendet. *Arsenwasserstoff*, *Arsin*, AsH_3 , bildet sich stets, wenn naszierender Wasserstoff auf A. einwirkt, und zerfällt beim Erhitzen wieder in Arsen und Wasserstoff. Leitet man daher Wasserstoffgas mit Spuren von Arsenwasserstoff über eine stark erhitzte Stelle in einem Glasrohr, so bildet sich dahinter an der gekühlten Stelle ein dunkler, glänzender Belag von metallischem Arsen (*Arsenspiegel*). Dieses Verhalten des A. benutzt man in der *Marshschen Probe* (BILD) zum Nachweis geringster Arsenmengen (rund 0,0001 mg), z. B. bei Arsenvergiftungen. Kupfer-A.-Verbindungen sind die Grundlage einiger grüner Farbstoffe, z. B. von „Schweinfurter Grün“.

Arsenkie, monoklines Mineral, $FeAsS$, silbergrau, meist derb, häufig auf Erzgängen; größte Arsenlagerstätte in Boliden, Schweden.

Arsine, die Kohlenwasserstoffverbindungen des dreiwertigen Arsens, sie entsprechen den → Aminen. Die A. sind sehr giftig, viele übelriechend, andere von heftiger Reizwirkung auf Schleimhäute und Luftwege.

Aryle, *Arylgruppen*, die arom. Kohlenwasserstoffreste, wie Phenyl, C_6H_5 -, Naphthyl, $C_{10}H_7$ -, As, chem. Zeichen für → Arsen.

ASA-Grade, Empfindlichkeitsangabe für photograph. Filme und Platten nach der amerikanischen Normung, → Photographie.

asb, Abkürzung für Apostilb, → Stilb.

Asbest, eine Mineralfaser. Die größeren A. sind Amphibole (*Hornblende-A.*), die feineren *Serpentin-A.* Sie sind weiß oder hellgrün oder -braun, säure- und feuerbeständig. Verwendung zur Herstellung feuerfester Anzüge (*A.-Anzüge*) und von Theaterdekorationen, als Isolator für Wärme und Elektrizität und gepreßt zu A.-Platten oder A.-Pappe.

Seine wichtigste Anwendung ist die Herstellung von Asbestzement (→ Kunststein).

Asche, der nichtflüchtige Teil des Verbrennungsprodukts pflanzl. u. tier. Stoffe. *Pflanzen-A.* enthält zahlreiche anorgan. Salze, darunter Kalisalze und Phosphate (Düngewert), *Kohlen-A.* dagegen bes. Ton, Eisenoxid, Sulfate (kein Düngewert). Tierische *Knochen-A.* ist im wesentl. Kalziumphosphat (wertvoller Kunstdünger). *Vulkan-A.* entsteht durch feinste Zerstäubung des Magmas. Größere Vulkanausbrüche erzeugen A.-Regen, der alles Lebendige zudecken u. ersticken kann (Untergang v. Pompeji).

Askorbinsäure, *Vitamin C*, Bruttoformel $C_6H_8O_6$, bildet in Wasser leicht lösl., farblose Kristalle, ist sehr sauerstoffempfindlich, bes. in Gegenwart von Schwermetallen. Vorkommen in frischen pflanzl. Produkten, Obst (bes. Zitrone), reichlich in Hagebutten, Paprikaschoten, Gladiolen; Minimalbedarf tägl. 100–400 mg. Mangel an A. verursacht Skorbut, Haut-, Zahnfleisch-, Kapselblutungen, ferner Infektanfälligkeit, Frühjahrsmüdigkeit. A. wird heute aus einer Zuckerart (Sorbitose) synthetisch hergestellt.

Asparagin, $HOOC-CH(NH_2)-CH_2-CO-NH_2$, eine in Pflanzenschößlingen, besonders Spargel, enthaltene → Aminosäure. A.-Säure, zweibasige Aminosäure: Die zweite $COOH$ -Gruppe steht an Stelle der endständigen $CONH_2$ -Gruppe; Bestandteil vieler Eiweiße.

Aspekt, die von der Erde aus gesehene Stellung von Sonne, Mond und Planeten zueinander. *Konjunktion* oder *Zusammenkunft* tritt ein, wenn zwei dieser Gestirne die gleiche Länge haben, *Opposition*, oder *Gegensein*, wenn ihre Längen sich um 180° voneinander unterscheiden. Konjunktion des Mondes mit der Sonne bedeutet Neumond und gegebenenfalls eine Sonnenfinsternis; Opposition dagegen Vollmond und gegebenenfalls Mondfinsternis. In unterer Konjunktion mit der Sonne steht ein Planet vor dieser, in oberer Konjunktion mit ihr dagegen hinter ihr.

Asphalt, in der Natur vorkommende oder durch Mischen erzielte braune bis schwarze Masse aus → Bitumen und Mineralstoffen, matt oder pechartig glänzend, wasserabweisend. In der Hitze wird A. plastisch-weich bis dünnflüssig. *Natur-A.* findet sich in großen Lagern am Toten Meer und als Asphaltsee auf Trinidad. *Kalk-A.* (mit A. getränkter Kalkstein) wird in Südniedersachsen (Holzen) gewonnen. *Erdöl-A.* ist die künstl. Mischung von aus Erdöl gewonnenem Bitumen mit Gestein. *Guß-A.* eine Mischung von Sand, Steinmehl und Bitumen oder *Natur-A.* *Hartguß-A.* hat einen Zusatz von → Splitt aus Granit oder and. Hartgestein. A.-Beton wird erst an der Einbaustelle in der Mischmaschine gemischt, indem zu den für sich vorgemischten und erhitzten Mineralstoffen (Splitt, Sand und Steinmehl) heißes Bitumen zugegeben wird. – A. wird verwendet im Straßen- und Wasserbau zur Herstellung wasserdichter Decken, im Hoch- und Tiefbau zur Feuchtigkeits-, Wärme-, Schallsolierung, zur Herstellung von Fußböden und zum Schutze von Metallteilen gegen → Korrosion, sowie zur Fabrikation von Dach- und Isolierpappen und Lacken.

Asphaltlack, eine tiefschwarze Lösung von Asphalt in Terpentinöl oder Ersatzmitteln, wird in der Ätzeri und Galvanotechnik zum Abdecken der Metallflächen, als Rostschutzmittel u. dgl. verwendet.

Aspirationsinstrumente, WETTERKUNDE: Temperatur- und Feuchtigkeitsmesser, an deren Meßteilen ein gleichmäßiger Luftstrom vorbeigesaugt wird, zur genauen Bestimmung der Temperatur der Luft (*Aspirationsthermometer*) und ihres Feuchtigkeitsgehalts (*Aspirationspsychrometer*, nach R. ASSMANN, 1892).

Aspirationswinde, Winde, die nach Orten niederen Luftdrucks hinströmen.

Aspirator, eine Vorrichtung, die gasförmige Körper ansaugt und weiterbefördert, im besonderen Absaugvorrichtungen der organ. Elementaranalyse, Ventilatoren, die im Laboratorium zur Luftverdünnung benutzten Wasserstrahlpumpen.

Assimilation, die Verwandlung von außen kommenden Stoffe in körpereigene, insbes. der Aufbau der → Kohlenhydrate der Pflanze aus Wasser und dem Kohlendioxid der Luft. A.-Vorgänge sind in der Regel endotherme chem. Vorgänge, deren Energie von der Sonne geliefert wird. → Photosynthese.

Assoziation, 1) CHEMIE: Die Zusammenlagerung gleichartiger oder verschiedener Moleküle, bes. bei Flüssigkeiten; z. B. lagern sich bei Wasser meist mehrere Moleküle zusammen, es ist chemisch nicht genau H_2O , sondern $(H_2O)_x$, wobei x je nach der Temperatur 2 bis 6 beträgt.

2) **Sternassoziationen, Sternengesellschaften**, sind eine besondere Form der offenen $\rightarrow$ Sternhaufen.

assoziatives Gesetz, das in der Algebra meist als gültig vorausgesetzte Verknüpfungsgesetz, daß eine willkürl. Zusammenfassung in Gruppen keine Änderung des Ergebnisses bewirkt: $(a + b) + c = a + (b + c)$.

Astastierung, eine Anordnungsart der aktiven Teile hochmeßempfindlicher elektrischer Meßinstrumente, um sie von den Einwirkungen des Erdfeldes und anderer fremder magnetischer Felder unabhängig zu machen. Der feststehende (Spule) sowie der drehbare (Spule, Dreheisen, Magnetnadel) Teil sind doppelt vorhanden; die beiden beweglichen Teile sitzen so auf einer gemeinsamen Achse oder an einem gemeinsamen Spannband, daß die magnet. Polaritäten, die an ihnen bei Stromdurchgang durch das Instrument entstehen oder ihnen innewohnen, einander räumlich entgegengesetzt sind.



astatisches Nadelpaar; $s =$
Südpol, $n =$ Nordpol

Astat, *Astatium*, *At*, radioaktives chem. Element aus der Gruppe der $\rightarrow$ Halogene; Ordnungszahl 85, Massenzahlen 207, 211, 215, 216, 218. Die Isotope finden sich unter den Zerfallsprodukten von Radium, Aktinium und Thorium ($\rightarrow$ Radioaktivität). Die Gewinnung wägbarer Mengen von A. ist kaum durchführbar.

Astaxanthin, ein Karotinoid der Bruttoformel $C_{40}H_{52}O_4$. Vorkommen als A.-Proteid, *Ovoverdin*, in Hummereiern; identisch oder nahe verwandt mit der Farbstoffkomponente des Sehpurpurs (→ sehen).

Asterismus, die Erscheinung eines stern- oder streifenförmigen Lichtscheins in Mineralien, die parallelgerichtete Nadelchen von Rutil, Asbest oder dgl. enthalten und von nicht zu diffusum Licht bestrahlt werden; z. B. Sternrubin, Quarzkatzenaugen.

Asteroiden, die → Planetoiden.

Astigmatismus der optischen Abbildung, → Abbildungsfehler.

a. des Auges beruht auf Ungleichmäßigkeiten in der Oberfläche der Hornhaut oder der Linse. 1) Beim *regelmäßigen A.* handelt es sich meist um Hornhaut-A., bei dem die Hornhaut in einer Richtung stärker gewölbt ist als in der darauf senkrechten; er ist vererbbar und fast stets angeboren. Viel seltener ist ein *regelmäßiger A.* der Linse. Korrektur durch Zylinderläser. 2) *Unregelmäßiger A.* besteht dann, wenn die Brechung ganz gesetzlos erfolgt, z.B. bei Facetten oder Geschwürruben der Hornhaut oder beginnender Starbildung. Eine Gläserkorrektur des unregelmäßigen A. ist nicht möglich; liegt aber der Fehler an der Oberflächenform der Hornhaut, so ist eine fast vollkommene Korrektur durch Haftgläser möglich.

Aston, Francis William, engl. Chemiker, * 1877, † 1945, wies durch Massenspektroskopie die Isotopie bei zahlreichen nicht radioaktiven Elementen nach. 1922 Nobelpreis.

Astrograph, Fernrohr, das zur photograph. Aufnahme der Gestirne dient.

Astrolabium, 1) von PTOLEMÄUS angegebenes Gerät zur Ermittlung von Länge und Breite eines Sterns.

2) die von den Landmessern früher zur Winkelmessung benutzten geteilten Kreisscheiben, die durch ein Kugelgelenk in jede beliebige Ebene gebracht werden konnten.

Astrometrie, das Teilgebiet der Astronomie, das sich mit der Messung der Sternörter befaßt. Außerdem ist die genaue Zeitbestimmung und die Zeithaltung Aufgabe der A. Die Ergebnisse der A. sind in Katalogen niedergelegt, bes. solchen von Sternörtern und Eigenbewegungen. Sie geben Rektaszensionen und Deklinationen von über 300 000 Sternen. Besondere Bedeutung für die Festlegung der astronom. Koordinatensysteme besitzen der Dritte Fundamentalkatalog des Berliner Astronomischen Jahrbuchs von A. KOPFF mit 1666 helleren Sternen und der General Catalogue von L. BOSS mit 33342 Sternen.

Astronautik, → Raumfahrt.

Astronavigation, die Navigation nach den Gestirnen.

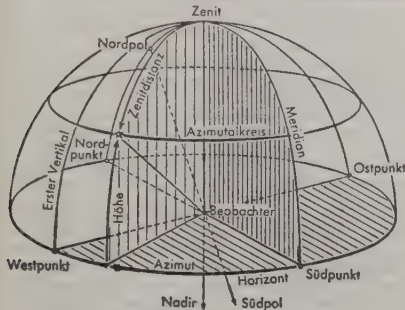
Astronomie, Himmelskunde, Sternkunde, das Gesamtgebiet des Wissens von den Himmelskörpern, das sich gliedert in die *sphärische A.*, die sich mit den Koordinatensystemen, den Sternern und Bewegungen befaßt, in die *Himmelsmechanik*, die die Bewegungen im Planetensystem und bei den Doppelsternen behandelt, in die *Stellar-A.*, die die Eigenschaften der Sterne und den Bau und die Bewegung von Sternsystemen beschreibt. Dazu tritt das große Gebiet der →Astrophysik. — *Astronomische Einheit* ist die mittlere Entfernung Erde-Sonne = 149 504 000 km. *Astronomischer Ort*, der im sphär. Koordinatensystem angegebene Ort eines Gestirns an der Sphäre. *Astronomische Uhr*, 1) eine Uhr, die außer der Zeit auch den Lauf von Sonne, Mond und Planeten sowie Festtage, Ebbe und Flut und Finsternisse angeben kann. Die berühmteste ist die 1571–74 von HABRECHT erbaute Uhr im Straßburger Münster. 2) Pendeluhrn von höchster Präzision, die in Astronomie und Geodäsie benutzt werden. 3) →Quarzuhr. →Atomuhr. *Astronomische Zeichen*, die in der A. und im Kalender benutzten Zeichen: ☉ Sonne, ☿ Sonntag, ☾ Mond, Montag, ♀ (Schild und Pfeil) Mars, Dienstag, ☿ Merkur, Mittwoch, ♃ Jupiter, Donnerstag, ♀ Venus, Freitag, ♄ Saturn, Sonnabend; ♁ Erde, ♅ Uranus, ♆ Neptun; Pluto Pl; ☿ Konjunktion, ☿ Opposition.

FR. BECKER: Einführung in die Astronomie 1 (1960), 2 (1963); J. HERRMANN: A. 1960).

astronomische Instrumente (hierzu TAFEL), dienen der Beobachtung der Himmelskörper. Das Fernrohr sammelt mehr Licht als es die Pupille des menschlichen Auges vermag und erlaubt eine vergrößerte Betrachtung der Objekte oder auch ihre Photographie. Als *Refraktor* ist es mit einer Sammellinse, als *Reflektor* mit einem Parabolspiegel oder mit einer Kombination von Spiegel und Linse (*Schmidtspiegel*) ausgerüstet. Fernrohre sind im allgemeinen an zwei senkrecht zueinander stehenden Achsen beweglich, deren eine zum Himmelspol weist, so daß sie durch Bewegung um diese Stundenachse der täglichen Bewegung des Himmels nachgeführt werden können (*Aquatoreal*). *Meridiankreis* und *Passageinstrument* dienen der Beobachtung von Sterndurchgängen und Sternhöhen im Meridian. Sie sind daher nur um eine Achse innerhalb der Meridianebene drehbar, Refraktoren, die speziell der Himmelsphotographie dienen, heißen *Astrographen*. Mit den *Teleskopen* werden als Zusatzgeräte Spektrographen und Photometer (besonders photoelektrische) benutzt. Die kosmische Kurzwellenstrahlung wird mit Hilfe großer Richtantennen untersucht (→ Radioastronomie).

Das *azimutale System* (BILD 1) wird festgelegt durch Horizont und die darauf senkrecht stehende Richtung zum Zenit (Scheitelpunkt) oder die ent-

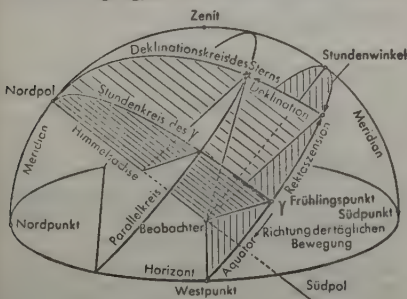
gegengesetzte Richtung zum Nadir (Fußpunkt). Durch den Zenit gehen die auf dem Horizont senkrecht stehenden Vertikal-, Höhen- oder Scheitelkreise. Unter ihnen sind ausgezeichnet der *Meridian* (Mittagslinie), sowie der um 90° gegen ihn gedrehte, ebenfalls durch den Zenit gehende *Erste Vertikal*. Dem Horizont parallel liegen die Azimutalkreise.



Azimutales Koordinatensystem

Als Ort eines Gestirns wird der Schnittpunkt seines Vertikalkreises mit seinem Azimutalkreis definiert. Die Koordinaten des Ortes sind die auf dem Vertikalkreis gemessene Höhe h über dem Horizont oder deren Ergänzung zu 90° , die Zenitdistanz, sowie der am Horizont gemessene und Azimut a genannte Winkel zwischen der Ebene seines Vertikalkreises und der des Meridians. Er wird vom Südpunkt über W, N, O von 0° bis 360° gezählt.

Das *äquatoriale System* (BILD 2) ist eine Projektion des geograph. Koordinatensystems an die Himmelskugel. Es wird festgelegt durch die Ebene des Himmelsäquators und die darauf senkrechte Richtung zu den Himmelspolen. Durch sie gehen die auf dem Äquator senkrecht stehenden Deklinations- oder Stundenkreise, während die Parallelkreise zur Äquatorebene parallel sind. Als Ort eines Gestirns ist der Schnittpunkt seines Deklinations- mit seinem Parallelkreis definiert. Als Koordinaten werden der in der Ebene des Deklinationskreises gemessene Winkelabstand vom Äquator, die Deklination δ (nördl. +, südl. -), und der als Rektaszension (gerade Aufsteigung) α bezeichnete Winkel zwischen



Äquatoriales Koordinatensystem

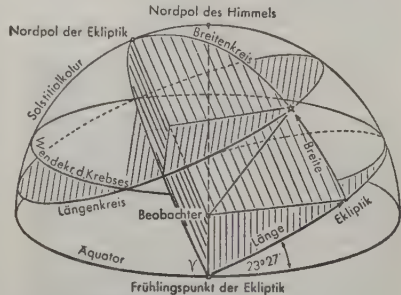
den Ebenen der Deklinationskreise von Gestirn und Frühlingspunkt γ gezählt, letzterer in westöstl. Richtung von 0 bis 24 Uhr oder seltener von 0° bis 360° .

Das *ekliptikale System* (BILD 3) ist nach dem größten Kreis der Ekliptik und der Richtung zu ihren Polen orientiert. Die durch die Pole gehenden und auf der Ebene der Ekliptik senkrecht stehenden Breitenkreise und die parallel der Ekliptik liegenden Längenkreise definieren durch ihren Schnittpunkt den Ort eines Gestirns. Die Koordinaten sind Breite β und Länge λ .

Die Beziehung zwischen ekliptikalem und äqua-

torialem System wird durch die Schiefe der Ekliptik ϵ von $23^\circ,5$ und durch die Lage des γ festgelegt.

Zur Beschreibung der Stellung und Bewegung eines Gestirns im Rahmen des Milchstraßensystems wählt man das System des galaktischen Äquators und der auf ihm senkrechten Richtung zu den galakt. Polen. Die galakt. Breite β , auf den senkrecht zur galakt.



Eklptikales Koordinatensystem

Ebene stehenden Breitenkreisen gemessen (nördl. +, südl. -), und die im galakt. Äquator gezählte galakt. Länge λ definieren den Ort eines Gestirns. Der Nullpunkt der λ liegt im Sternbild des Adlers.

A. PREY: Einf. i. d. sphär. Astronomie (Wien 1949).

Astropeiler, das Radioteleskop, $\rightarrow$ Radioastronomie.

Astrophotographie, die photographische Aufnahme der Gestirne, *Astrophotometrie*, die Messung der Helligkeit der Gestirne.

Astrophysik, Teilgebiet der $\rightarrow$ Astronomie, das sich mit den physikalischen Eigenschaften der Himmelskörper befaßt, wobei die Gesetze und Erfahrungen der Physik Anwendung finden, insbes. die Spektralanalyse, die zur Kenntnis der Zusammensetzung der Atmosphären der Planeten, der Sterne und besonders der Sonne führt und die Natur der Kometen aufklärt. Die Häufigkeitsverteilung der chem. Elemente, die Temperaturen, Massen, Dichten, Radien und Leuchtkräfte der Sterne und das Verhalten der interstellaren Materie sind ebenfalls Ziel der Untersuchung durch die A. Die *theoretische A.* befaßt sich mit dem inneren Aufbau der Sterne und der Konstitution der Sternatmosphären, wobei die Erscheinungen auf der Sonne besondere Berücksichtigung finden. Auch kosmogon. Fragen der Sternentwicklung und der Energieerzeugung im Sterninneren sind Gegenstand der A.

Astrospektroskopie, die Anwendung der $\rightarrow$ Spektralanalyse auf Himmelskörper. Sie bedient sich vorwiegend der photograph. Aufnahmetechnik (*Astrospektrographie*).

Asymmetrie, Gegensatz von $\rightarrow$ Symmetrie. *Asymmetrisches Kohlenstoffatom*, $\rightarrow$ Isomerie. A.-Fehler, Koma, $\rightarrow$ Abbildungsfehler.

Asymptote, MATHEMATIK: Gerade, die sich einer gekrümmten Kurve immer mehr nähert, ohne sie je zu berühren. Man sagt, die A. berühre die Kurve im Unendlichen.

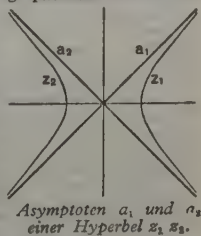
Asynchronmotor, $\rightarrow$ Elektromotor.

Aszendend, der Aufgangspunkt eines Gestirns.

At, chem. Zeichen für $\rightarrow$ Astat.

at, Abk. für technische $\rightarrow$ Atmosphäre.

Atacamit, rhombisch-bipyramidales Mineral, $\text{CuCl} \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$, grün, durchsichtig oder durchscheinend; kommt in prismatischen Kristallen oder dicht vor. Fundorte in Australien, Südamerika, Südafrika; wichtiger Kupfererz.

Asymptoten a_1 und a_2 einer Hyperbel z_1, z_2 .

Atemschutzgeräte - Atmosphäre

Atemschutzgeräte sind erforderlich beim Arbeiten in giftigen (insbes. kohlenoxidhaltigen) Gasen, matten Wetter (bei Grubenbränden), in Nachschwad (nach Schlagwetter- und Kohlenstaubexplosionen) sowie beim Vorhandensein von Schwefelwasserstoffgas oder Kohlendioxid. Man unterscheidet: 1. Filtergeräte, 2. Frischluftgeräte (Saug- und Druckschlauchgeräte), 3. frei tragbare Sauerstoffgeräte. Neuere Versuche zielen dahin, mit Hilfe chem. wirksamer Stoffe (z. B. Metalloxide) schäd. Stoffe zu absorbieren und zugleich den erforderl. Sauerstoff chemisch zu erzeugen.

Atemfilter müssen nach ihrem Anwendungsbereich mit Kennbuchstaben oder Kennfarben versehen sein (DIN 3181).

Äthan, CH_3-CH_3 , ein $\rightarrow$ Paraffin, farb- und geruchlos, gasförm. $\rightarrow$ Kohlenwasserstoff der Methanreihe.

Äther, 1) Anhydride der $\rightarrow$ Alkohole, in denen 2 Alkoholreste durch ein Sauerstoffatom verbunden sind. Der wichtigste ist der gewöhnliche Ä., chemisch Diäthyläther, $\text{C}_2\text{H}_5-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$, eine farblose, leicht bewegliche, feuergefährl. Flüssigkeit, die bei 35°C siedet, leichter als Wasser (spez. Gewicht 0,72) und ein gutes Lösungsmittel für Fette und andere organ. Stoffe ist. Er wird als Narkotikum verwendet.

2) **Lichtäther**, veraltete Hilfsvorstellung eines substantiellen Trägers der Licht- (allg. der elektromagnet.) Wellen, den man sich gewichtslos und alles durchdringend dachte. Die heutige ganz andersartige Auffassung von Licht- und Materiewellen bedarf solcher Hilfsvorstellung nicht mehr, deren Verfehlung durch die $\rightarrow$ Relativitätstheorie erwiesen wurde.

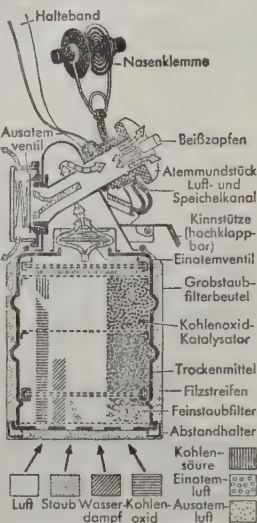
ätherische Öle, flüchtige, stark riechende Öle, die sich im Pflanzenreich, z. B. in Blüten, Samen und Blättern, vorfinden. **GEWINNUNG**: 1. Auspressen der Pflanzenteile, 2. Destillation mit Wasser oder Wasserdampf, 3. Ausziehen der Blüten mit flüchtigen Lösungsmitteln (Äther, Schwefelkohlenstoff), 4. Anreichern der Öle durch Fette (Enfleurage, Mazeration). Verwendet werden sie zur Herstellung von Getränken, Duftstoffen und kosmet. Mitteln. Blüten- und Lavendelöl wird hauptsächlich in Grasse (Südfrankr.), Pomeranzenöl in Messina (Italien), Rosenöl in Bulgarien gewonnen.

Äthoxylinharze, Epoxydharze ($\rightarrow$ Kunststoffe).

Äthyl, ein $\rightarrow$ Alkyl, Radikal der Paraffinreihe mit der einwertigen Atomgruppe $-\text{C}_2\text{H}_5$.

Äthylen, ein Alkylen oder $\rightarrow$ Olefin, ein ungesättigter $\rightarrow$ Kohlenwasserstoff mit Doppelbindung zwischen den C-Atomen von der Zusammensetzung $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$. Es ist ein farb- und fast geruchloses Gas, das bei der trockenen Destillation von Steinkohle und bei der Krackung von Kohlenwasserstoffen entsteht und im Leuchtgas enthalten ist; ein gutes Narkotikum und Ausgangsprodukt vieler chem. Synthesen.

Atlas, Gewebe in A.-Bindung (frz. Satin) mit



Atemschutzgeräte: Schnitt durch einen CO-Filter-Selbstretter (Bauart Auer).

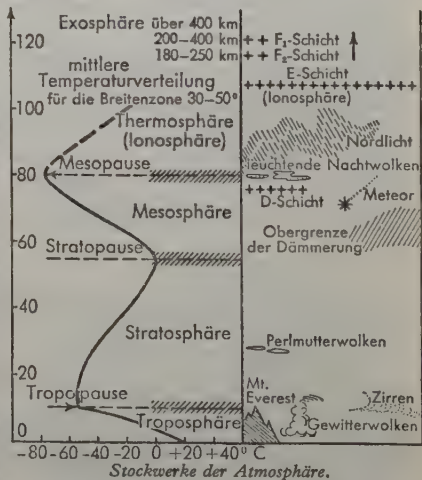
einer glatten, strukturlosen Oberfläche. Man unterscheidet: **Kett-**, **Schuß-** und **Doppel-A.** $\rightarrow$ Bindung. **atm.**, Abk. für die physikalische $\rightarrow$ Atmosphäre als Druckeinheit.

Atmometer, der Verdunstungsmesser.

Atmosphäre, die Gashölle eines Sternes oder eines Planeten. Als **Sternatmosphäre** bezeichnet man die oberhalb der Photosphäre liegenden glühenden Gasmassen eines Sternes, in denen Dichte und Temperatur nach außen hin abnehmen, $\rightarrow$ Stern. Über die A. der Planeten vgl. die einzelnen Planeten.

Die **Erdatmosphäre** ist ein Gemisch verschiedener Gase, hauptsächlich Sauerstoff und Stickstoff, $\rightarrow$ Luft. Ihre Dichte nimmt nach dem Weltraum stetig ab. Die Erscheinungen der Dämmerung ergeben eine optische Wirksamkeit bis etwa 65 km Höhe; das Aufleuchten der Meteore (Sternschnuppen) beginnt bei etwa 170 km; die höchsten Polarlichtstrahlen reichen bis 1100 km.

Das Wetter spielt sich größtenteils in der **Troposphäre** ab. Der unmittelbare Strahlungs- und Reibungseinfluß des Erdbodens verursacht die Entstehung einer Grundsicht bis 1-2 km Höhe, in der sich sehr häufig Temperaturumkehr (Inversion) mit Zunahme nach oben bildet; auf diese Schicht beschränkt sich hauptsächlich der tägliche Gang der Temperatur und der Reibungseinfluß auf den Wind. Die Obergrenze der Troposphäre, die **Tropopause**, liegt im Polargebiet im Mittel etwa 8 km hoch, mit Temperaturen zwischen -40°C (Sommer) und -65°C (Winter); in den Tropen erreicht sie 16-17 km bei -75 bis -80°C . In ihrem Niveau beobachtet man in mittleren Breiten innerhalb der allgemeinen Westdrift wandernde Zonen höchster Windgeschwindigkeit (Dusenströmung, engl. *Jet-stream*, bis über 500 km/h).



Stockwerke der Atmosphäre.

Die **Stratosphäre** hat annähernd gleichbleibende Temperatur von etwa -50 bis -60°C . Windgeschwindigkeit und Luftfeuchtigkeit nehmen oberhalb der Tropopause rasch ab, so daß die Stratosphäre praktisch wolkenfrei ist. Ein Flugverkehr ist in diesen Höhen nur mit druckdichten Kabinen möglich, da der Luftdruck in 16-17 km Höhe schon auf ein Zehntel des Bodenwertes gesunken ist.

Im oberen Abschnitt der Stratosphäre (rund 35 bis 50 km) steigt die Temperatur wegen der Ozonabsorption auf etwa 0°C in 50 km Höhe an und nimmt in der **Mesosphäre** wieder rasch ab, in mittleren Breiten bis auf rund -80°C in 80 km Höhe. Diese **Mesopause** bildet eine wichtige Schichtgrenze, die die Nordlichter nach unten begrenzt und an der nach starken Vulkanausbrüchen leuchtende Nachtwolken auftreten.

Nach ihrem elektr. Verhalten bezeichnet man die in etwa 80 km beginnende *Thermosphäre* häufig als $\rightarrow$ Ionosphäre.

In noch größeren Höhen, der *Exosphäre*, wird die Dichte so gering, daß Teilchen ohne Zusammenstoß aus dem Schwerfeld der Erde hinaustreten können. Im Mittel hält der Zustrom kosmischer Materie (Meteore, Korpuskeln von Ausbrüchen der Sonne u. a.) diesem Verlust das Gleichgewicht.

Im Rahmen des *Strahlungshaushalts* absorbiert die A. 15 % der (kurzwelligigen) Sonnenstrahlung direkt 33 % werden von den Wolken reflektiert, weitere 25 % diffus zerstreut, von denen 16 % als Himmelsstrahlung der Erdoberfläche zugute kommen, nur 27 % erreichen direkt die Erdoberfläche. Von der (langwelligigen) Ausstrahlung der Erdoberfläche wird der weitaus größte Teil in der A. absorbiert und kommt als Gegenstrahlung der Erdoberfläche wieder zugute. Die A. wirkt also ähnlich wie ein Glashaushaus: sie läßt einen beträchtl. Teil des Sonnenlichtes hindurchtreten, schwächt aber die Wärmeausstrahlung des Bodens.

Diese Strahlungsbilanz ist die Grundlage des *Wärmehaushalts* der A. Die A. wirkt wie eine Wärme-kraftmaschine, die die Sonnenenergie in Druck-unterschiede und damit in Bewegung umsetzt und so die Energien des Wetterablaufs und der großen Windsysteme (Passat, Monsun) liefert. Die hier täglich umgesetzten Energiemengen sind um viele Zehnerpotenzen größer als alle bisher verfügbaren irdischen Energiemengen; ein einziger Tropenorkan z. B. liefert mit der beim Niederschlag frei werdenden Verdampfungswärme eine Energiemenge, die um das 10millionenfache die bisher ausgenutzte Atomenergie übertrifft.

Atmosphäre, Maßeinheiten des Druckes: *physikalische A.*, atm., definiert durch 1 atm = 1013250 dyn/cm² (9. Generalkonferenz für Maß und Gewicht, 1948). Diese „physikalische Normal-A.“ ist gleich dem Druck, den eine Quecksilbersäule von 760 mm Höhe bei einer Dichte des Quecksilbers von 13,5951 g/cm³ an einem Ort der Normalfallbeschleunigung $G_n = 980,665 \text{ cm/s}^2$ ausübt. *Technische A.*, at, 1 at = 1 kp/cm². Mit at werden Überdrücke über 1 at bezeichnet. 1 atm = 1,033 227 at.

Atmosphären, die chem. und physikal. wirksamen, in der Atmosphäre vorkommenden Stoffe, bes. Sauerstoff, Ozon, Kohlendioxid, Ammoniak, Salpetersäure, salpetrige Säure, Wasser, Wasserdampf.

Atom, der kleinste Teil eines chem. Grundstoffes oder Elements, der ohne Verlust seiner chemischen Eigenschaften nicht mehr weitergeteilt werden kann. Nach ihren chem. Eigenschaften lassen sich in den in der Natur vorkommenden Stoffen 88 verschiedene A.-Arten feststellen. Weitere 14 chemisch von den übrigen unterscheidbare A.-Arten sind (1963) künstlich hergestellt und unbeständig ($\rightarrow$ Kernphysik, $\rightarrow$ Transurane). Das leichteste aller A. ist das Wasserstoff-A. (H-A.): seine Masse ist $1,673 \cdot 10^{-24}$ g. Die Größe aller A. liegt im Bereich von 10^{-8} bis 10^{-27} cm, d. h. etwa 100 Millionen A. ergäben in perl-schnurartiger Anordnung eine Länge von 1–10 cm. Dennoch führt schon die alltägliche Erfahrung bis nahe an die Grenze der Teilbarkeit der Materie: Seifenhäute oder dünne Ölhäute haben u. U. nur „monomolekulare“ Dicke. In 16 g Sauerstoff ($\rightarrow$ Grammatom) sind $6,024 \cdot 10^{23}$ A. enthalten (Loschmidtsche Zahl L). Die A. liegen jedoch nicht dicht gepackt, sondern stehen je nach dem $\rightarrow$ Aggregatzustand des Stoffes in verschiedenartigen dynamischen Wechselwirkungen miteinander. Mit physikal. Mitteln lassen sich alle A. als komplexe Systeme nachweisen, deren Kompliziertheit im Aufbau mit dem $\rightarrow$ Atomgewicht wächst. Die Bausteine der A. sind die $\rightarrow$ Elementarteilchen; über den Aufbau $\rightarrow$ Atomphysik, $\rightarrow$ Periodisches System der Elemente, $\rightarrow$ Kernphysik.

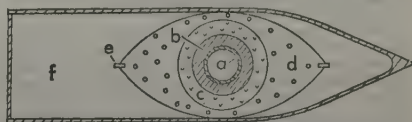
Experimentelle Beweise für die Realität der A. sind die $\rightarrow$ Brownische Bewegung, die Durchleuchtung von Kristallen mit Röntgenstrahlen, die durch Interferenzerscheinungen den atomaren periodischen

Feinbau der Kristalle erkennen lassen ($\rightarrow$ Debye-Scherrer-Verfahren, $\rightarrow$ Drehkristallmethode, $\rightarrow$ Laue-Verfahren), die Erzeugung sichtbarer Spuren in $\rightarrow$ Nebelkammer und $\rightarrow$ Blasen-kammer und hörbarer Entladungslawinen in $\rightarrow$ Zählrohren, Öl-tröpfchenmethode von MILLIKAN, bei der kleine Öltröpfchen mit wenigen elektr. Elementarladungen durch ein elektr. Feld entgegen der Schwerkraft in der Schwebe gehalten werden. Elektronenmikroskopisch hat man einzelne Moleküle sichtbar (photographierbar) gemacht; zunächst sehr große Moleküle (Virus-Eiweiß), später auch wesentlich kleinere. Das indirekte Sichtbarmachen sogar einzelner A. gelingt mit dem Feldionenmikroskop.

GESCHICHTE. Bereits im 5. Jahrh. v. Chr. entwickelten die griech. Philosophen LEUKIPPOS und DEMOKRITOS die Lehre, daß die Materie nicht stetig den Raum erfülle, sondern aus kleinen, nicht weiter teilbaren, unveränderlichen Teilchen, den A., aufgebaut sei. Diese Gedanken sind in der Renaissance den abendl. Naturforschern allgemeiner bekannt geworden (GASSENDI). Die Verwertung der A.-Hypothese für die experimentierende Naturforschung gewann zu Beginn des 19. Jahrh. bestimmtere Gestalt, namentlich durch AVOGADRO, der sie mit den Gas-Gesetzen in Verbindung brachte, und durch DALTON, der sie für die Chemie fruchtbar machte. Jedes Element besteht nach DALTONS Hypothese aus unter sich vollkommen gleichen A., während die A. verschiedener Elemente verschiedene Eigenschaften und verschiedenes Gewicht besitzen. Durch Aneinanderlagerung der A. entstehen die chem. Verbindungen. Die Daltonische Theorie lieferte die Erklärung für die wichtigsten Grundgesetze der Chemie, so vor allem für das Gesetz der konstanten und der multiplen Proportionen. Die Existenz von A. ist heute eine experimentell erwiesene Tatsache. Jedoch sind die im Sinne DALTONS definierten A. noch nicht die letzten, unzusammengesetzten Bausteine der Materie. Vielmehr sind die *Elementarteilchen* Elektron, Proton, Neutron die eigentlichen „A.“ im Sinne DEMOKRITOS.

A. SOMMERFELD: Atombau und Spektrallinien, 1. (*1960), 2. (*1960); H. GRAEWE: Atomphysik (*1962); W. FINKELNBURG: Einführung in die Atomphysik (*1962).

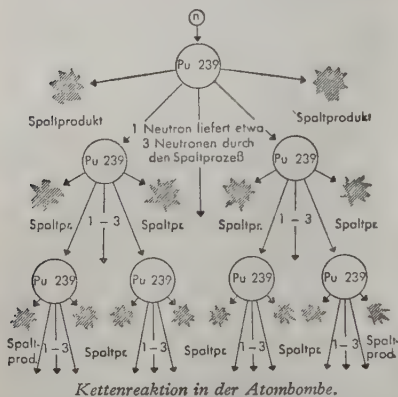
Atombombe, eine Kriegswaffe, bei der eine Kettenreaktion von $\rightarrow$ Kernspaltungen durch Neutronen in Sekundenbruchteilen außerordentlich große Energien (23 Mio kWh/kg Uran entspr. 20000 t stärkstem chem. Sprengstoff) freigibt. Als Spaltstoff wird das Uranisotop 235 oder das Plutoniumisotop 239 benutzt. Liegen die spaltbaren Atomkerne dicht genug, so bedarf es nur eines winzigen Anstoßes, etwa durch eine spontane Spaltung oder durch ein Teilchen der kosmischen Ultrastrahlung, um die Kettenreaktion in Gang zu setzen. Daher gerät der Atomspengstoff von selbst in Explosion, sobald davon mehr als eine *kritische Menge* zusammengehäuft ist; diese beträgt bei normaler Dichte für ²³⁵U 15 bis 40 kg, für ²³⁹Pu etwa 5 kg. Bei einer unterkritischen Menge fliegen die durch Kernspaltung erzeugten Sekundärneutronen im großen Durchschnitt hinaus, ohne zur Fortentwicklung der Kettenreaktion beizutragen. In der ersten A. wurden 2 Klötze des Atomspengstoffs von jeweils unterkritischer Größe schußartig rasch vereinigt. Heute wird eine durch ihre Porosität unterkritische Masse durch gleichmäßige Zündung eines Mantels aus chem. Sprengstoff verdichtet und da-



Konstruktionsprinzip einer Kernspaltungsbombe: a spaltbares Material, b Uranmantel, c Sprengstoff, d Auslösungs-Anordnung, e elektrischer Zünder, f Instrumentierung, Batterien usw. (nach VDI-Zeitschrift).

Atomenergie – Atomgewicht

durch überkritisch gemacht. Zugleich bewirkt ein starker Neutronenimpuls eine gleichmäßige kernphysikalische Auslösung. Dabei entstehen Temperaturen von etwa 14000000° C im Explosionszentrum. Zugleich gehen von diesem sehr starke und biologisch äußerst wirksame und schädliche Neutronen- und Gammastrahlen aus. Außerdem tritt durch die entstehende „Asche“, d. h. durch die Spaltprodukte und die infolge intensiver Bestrahlung künstlich radioaktiv gewordenen Begleit-substanzen des eigentlichen Atomspengstoffes, eine radioaktive Verseuchung der Umgebung des Explosionsherdes ein. Radioaktive Staubwolken können vom Wind viele tausend km weit getragen werden.



Die erste A. detonierte am 16. 7. 1945 auf einem Versuchsgelände bei Los Alamos in New Mexico (USA). Die zweite und dritte A. wurden auf Japan abgeworfen und beendigten den 2. Weltkrieg. Hiroshima (6. 8. 1945) hatte bei 300000 Einw. etwa 70000 Tote und ebenso viele Verletzte, Nagasaki (9. 8. 1945) etwa halb so viele. Die durchschnittl. Wirkungen einer A. der bei Hiroshima angewandten Art (Explosionsherd 600 m über dem Erdboden) sind: Starker Gebäudeschaden im Umkreis von etwa 2 km; merkl. Schäden („Durchpustung“) bis 3 km Umkreis. Im Umkreis von 1 km verlaufen Verbrennungen durch Licht- und Wärmestrahlung augenblicklich tödlich; schwere Verbrennungen treten im Umkreis von etwa 2,5 km auf, leichtere bis höchstens 4 km. Diese Schädigungen können durch geeignete Schutzmittel weitgehend abgefangen werden. Die Gammastrahlung, die in 1 bis 1,5 km Radius tödlich wirkt, bis 3 km schädigend, wird durch dicke Betonwände abgehalten. Gefährlich ist das längere Nachwirken radioaktiver Strahlungen in dem mit den Endprodukten der Explosion verseuchten Gebiet. Die Hiroshima-Bombe (nominelle A.), die seit 1945 in mannigfacher Hinsicht weiterentwickelt wurde, gehört zu den leichten A. mit Sprengkräften von 1–40 KT (kilotons = Sprengkraft von 1000 t Trinitrotoluol). Die schwerste bisher bekannte Kernspaltungsbombe hat eine Sprengkraft von etwa 500 KT. Leichte A. können als Artilleriegeschosse oder als Atomsprenköpfe von Raketen abgefeuert werden. Eine Weiterentwicklung der A. ist die $\rightarrow$ Wasserstoffbombe.

R. JUNGK: Heller als tausend Sonnen (1956).

Atomenergie, besser **Atomkernenergie**, **Kernenergie**, die innere Energie der Atomkerne, insbes. diejenige Energie, die durch künstlich ausgelöste Umwandlungen von Atomkernen gewonnen werden kann. Die radioaktiven Zerfallserscheinungen zeigen, daß beim spontanen Zerfall der schwersten chem. Elemente die ausgesandten Bruchstücke der Atomkerne (Alpha-teilchen, $\rightarrow$ Alphastrahlen) große Energien mitführen: die je Elementarprozeß umgesetzte Energie ist rund eine Million mal größer als die bei der gewöhnlichen Verbrennung von chemischen

Substanzen frei werdende Oxydationsenergie. Darüber hinaus zeigt der Massendefekt der Atomkerne, daß beim Aufbau von Atomkernen ein dem Massenverlust m entsprechender Energiebetrag $E = mc^2$ (c = Lichtgeschwindigkeit) freigesetzt wird. Der außerordentliche Größenunterschied zwischen A. und chemischer Energie ist die Folge der ungewöhnlichen Stärke der Kräfte, die – milliardenfach stärker als elektrische Anziehungskräfte – die Kernbausteine im Atomkern zusammenhalten ($\rightarrow$ Kernphysik).

A. IN DER TECHNIK. Die techn. Nutzung der A. ist bisher nur durch Einleitung von $\rightarrow$ Kernspaltungen und anschließende Kern-Kettenreaktionen gelungen. 1939 entdeckten HAHN und STRASSMANN die Kernspaltung, 1942 wurde, gefördert durch den Druck des Krieges, der erste $\rightarrow$ Reaktor mit einer Leistung von etwa 2 Watt in Chicago kritisch; weitere Reaktoren hoher Leistung sowie die erste $\rightarrow$ Atombombe wurden noch während des Krieges in den USA entwickelt. Seitdem wurde die Reaktortechnik so weit vervollkommen, daß heute die A. in eigens errichteten Kraftwerken mit Kohle und Erdöl in Wettbewerb getreten ist. Für den Antrieb von Fahrzeugen wurde A. bisher mit Erfolg bei Schiffen (U-Boote, Flugzeugträger, Handelsschiffe, Eisbrecher) verwendet; Flugzeuge, Raketen und Raumfahrzeuge mit Atomanttrieb sind (1963) in der Entwicklung. Die unregelte, explosive Energieerzeugung durch $\rightarrow$ Kernverschmelzung gelang durch Weiterentwicklung der Uran- oder Plutoniumbombe zur $\rightarrow$ Wasserstoffbombe. Versuche, die Kernverschmelzung unter übersichtlichen Bedingungen unter Kontrolle zu bringen und für die Energiegewinnung auszunutzen, laufen in allen großen Industriestaaten. A. aus $\rightarrow$ Kernbatterien wird in unbemannten Erdsatelliten als Energiequelle verwendet.

A. IM ENERGIEHAUSHALT DER STERNE. Die von der Sonne und den Sternen abgegebene Wärme- und Lichtenergie stammt mindestens zum größten Teil auch aus atomaren Quellen. Im Mittelpunkt eines Hauptreihensterns herrscht eine Temperatur von rund 20 Millionen Grad. Bei dieser können Kernumwandlungen leichter Elemente bis zum Atomgewicht 15 thermisch in solcher Häufigkeit ausgelöst werden, daß die Energieproduktion den Strahlungsbedarf des Sternes zu decken vermag. Durch Eindringen von Protonen in die Kerne bilden sich **Reaktionszyklen** aus, von denen zwei besondere Bedeutung zu besitzen scheinen: 1) Die Bildung von Deuterium beim Proton-Protonstoß $H + H \rightarrow D + e^+$ (Bethe-Critchfield-Reaktion). Das erzeugte Deuterium wird durch weitere Kernreaktionen zu Helium verbrannt. 2) Der $\rightarrow$ Bethe-Weizsäcker-Zyklus, d. i. die Verbrennung von Wasserstoff zu Helium, wobei der Kohlenstoffkern ^{12}C eine wichtige Mittlerrolle als Katalysator spielt.

THIRRING – GÜMM: Kernenergie (1962).

Atomgewicht, das relative Gewicht (Masse) eines Atoms, bezogen auf eine willkürlich gewählte Einheit. Als Bezugseinheit galt früher das A. des Wasserstoffs, das gleich 1,000 gesetzt wurde; doch hatte es sich später, da Sauerstoffverbindungen viel häufiger zu A.-Bestimmungen dienen, als praktischer erwiesen, den Sauerstoff zum Ausgangspunkt zu wählen, dessen A. man gleich 16,000 setzte (chemisches A.).

Nach der Entdeckung der $\rightarrow$ Isotope wurde eine noch genauere A.-Bestimmung möglich: Alle A. wurden auf das Sauerstoffisotop ^{16}O bezogen, dessen A. man mit 16,000000 festsetzte (physikalisches A.). Seit 1. 1. 1962 ist auch diese Basis verlassen und auf internat. Beschluß von Chemikern und Physikern gemeinsam das Kohlenstoffisotop ^{12}C als neues A.-Normal eingeführt worden. Sein A. ist heute mit 12,00000 festgelegt.

Das auf chem. Wege bestimmte A. eines Elements stellt das mittlere A. aller beteiligten Isotopen dar. Isotopengewichte (Isotopenmassen) und Isotopenhäufigkeiten lassen sich aber mit dem Massenspektrometer sehr genau bestimmen. Die aus solchen Be-

stimmungen berechneten mittleren A. der Elemente stimmen mit den auf chem. Wege ermittelten überein. Während die A. als Mittelwerte in vielen Fällen keine ganzen Zahlen sind, weichen alle Isotopengewichte, außer beim Wasserstoff, nur um sehr geringe Beträge von ganzen Zahlen ab (→ Massendefekt).

Die absoluten A. lassen sich durch Division eines Grammatoms des betreffenden Elementes durch die Loschmidtsche Zahl ermitteln. Ein Wasserstoffatom wiegt $1,67 \cdot 10^{-24}$ g, ein Uranatom $4 \cdot 10^{-22}$ g.

Atomkern, → Kernphysik.

Atomkraftwerk, → Kraftwerk.

Atommodell, → Atomphysik.

Atommüll, → radioaktive Abfälle.

Atomnummer, → Ordnungszahl.

Atomphysik, die Lehre von Bau und Eigenschaften der Atome in Anknüpfung an ältere Erkenntnisse (→ kinetische Gastheorie und Wärme-theorie; → periodisches System der Elemente), seit etwa 1900 in rascher Entwicklung, erwachsen aus damaligen Entdeckungen (Kathodenstrahlen, → Röntgenstrahlen, → Radioaktivität) und theoretischen Erkenntnissen (→ Quantentheorie; → Relativitätstheorie). Nach dem von RUTHERFORD (1902) begründeten *Atommodell*, das von BOHR (1913) in noch vorläufigen, aber sehr fruchtbaren Gedanken mit der Quantentheorie verknüpft wurde, ist jedes Atom aufgebaut aus einem positiv elektrischen Kern und der ihn umgebenden viel größeren, aber viel leichteren Elektronenhülle. Der Kern besteht nach späteren Erkenntnissen aus positiv geladenen Protonen und neutralen Neutronen (→ Kernphysik); die Anzahl der Protonen ist die Kernladungszahl. Da die Anzahl der Elektronen für die chemischen Eigenschaften eines Atoms maßgebend ist, und da das neutrale Atom gleich viele Protonen und Elektronen enthalten muß, so bedeutet die Kernladungszahl zugleich die Ordnungszahl (Platznummer des betreffenden Elementes im periodischen System). Da Neutron und Proton annähernd gleiche, gegenüber dem Elektron viel größere Masse haben, so stimmt die Gesamtzahl der Kernbausteine (Massenzahl) nahezu überein mit dem → Atomgewicht. Atome, die gleiche Anzahlen von Protonen, aber verschiedene Anzahlen von Neutronen enthalten, gehören zu verschiedenen → Isotopen des gleichen chemischen Elements.

Unter A. im gebräuchl. Sinne wird allein die *Physik der Atomhülle* verstanden; die Physik der Atomkerne dagegen heißt → Kernphysik. Den Zusammenhalt zwischen Hülle und Kern bewirken elektrost. Anziehungskräfte, denen eine wechselseitige Abstoßung der Elektronen gegenübersteht.

Die Elektronen eines Atoms verteilen sich auf verschiedene „Schalen“, d. h. Gruppen von Elektronen mit verschiedener Bindungsenergie, bedingt durch verschiedene → Quantenzahlen der fraglichen Elektronen. Insgesamt können in der (noch weiter zu unterteilenden) Schale, die zur Hauptquantenzahl 1, 2, 3... gehört, nach der Quantentheorie (→ Pauliprinzip) höchstens $2 \cdot 1^2$, $2 \cdot 2^2$, $2 \cdot 3^2$, ... Elektronen enthalten sein; dadurch sind die „Periodenlängen“ 2, 8, 18, ... im periodischen System der Elemente bedingt. Aufsteigend vom Wasserstoffatom mit nur einem Elektron, findet man in der Reihenfolge zunehmender Kernladung zunächst eine Auffüllung der innersten Schalen, d. h. derjenigen der kleinsten Hauptquantenzahlen; späterhin werden die bei Erhöhung der Kernladungszahl hinzukommenden Elektronen bei vielen Elementen zunächst weiter außen angebaut, und erst bei noch höherer

Kernladungszahl ist eine nachträgliche Auffüllung der inneren Schalen festzustellen.

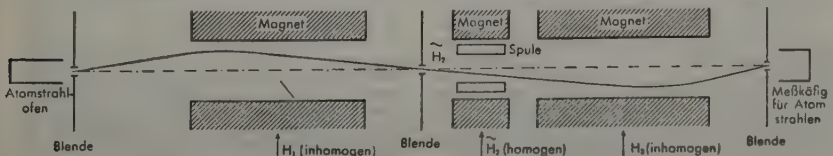
Eine Ionisierung des Atoms kann sowohl durch Abreißung eines äußeren, locker gebundenen, als auch durch Heraus schlagen eines inneren, fester gebundenen Elektrons erfolgen. Im letzteren Fall kommt es beim Quantensprung eines weiter außen gebundenen Elektrons in die vorhandene Lücke zur Aussendung eines → Lichtquants, dessen Frequenz einer Linie im Röntgenspektrum des Atoms entspricht. Findet statt Ionisierung eine bloße → Anregung eines äußeren Elektrons statt, so kann dieses in seinen energieärmeren Zustand zurückspringen unter Emission eines Lichtquants, das einer Frequenz des optischen Spektrums des Atoms entspricht. Für die theoretische Berechnung der verschiedenen Anregungszustände eines Atoms hatte die ältere, von BOHR begründete Quantentheorie des Atombaus und der Spektren schon wichtige Anfänge gegeben, die jedoch erst durch die → Quantenmechanik und → Wellenmechanik präzisiert wurden.

W. FINKELNBURG: Einf. in die Atomphysik (*1962); H. GRAEWE: A. (*1962).

Atomreaktor, → Reaktor.

Atomstrahlresonanzmethode, ein Verfahren zur Messung von magnetischen Momenten leichter Atomkerne durch Resonanz eines magnetischen Wechselfeldes mit einer an den Kernen künstlich erzeugten Präzessionsbewegung. Dazu durchläuft ein Atomstrahl hintereinander ein starkes inhomogenes Magnetfeld H_1 , ein stark homogenes Magnetfeld H_2 , und ein diesem überlagertes schwaches magnetisches Wechselfeld $\tilde{H}_2$, und schließlich ein zweites inhomogenes Magnetfeld H_3 (BILD). Wenn die Felder H_1 und H_3 nicht eingeschaltet sind, so wird der Strahl durch H_1 und H_3 gerade so gelenkt, daß er in eine zweite Blende eintritt, hinter der sich eine Meßeinrichtung befindet, die die Zahl der auftretenden Atome je s zu bestimmen gestattet. Durch Einschalten von H_2 wird an den Kernen, die sich wie magnetische Kreisel verhalten, eine Präzessionsbewegung hervorgerufen, die bei Resonanz der Präzessionsfrequenz mit der Frequenz des ebenfalls eingeschalteten Wechselfeldes $\tilde{H}_2$, die Kreisel zum Umkippen bringen kann. Das „Umklappen“ des (gequantelten) Kernspins setzt bei Resonanz sehr scharf ein; die Kerne mit geändertem Spin werden im Feld H_3 anders abgelenkt. Aus der Lage des Intensitätsminimums läßt sich die Größe des *gyromagnetischen Verhältnisses* $\mu/\hbar$ (μ magnet. Moment, $\hbar$ Kernspin) und bei Kenntnis des Spins die Größe des magnet. Kernmoments ablesen.

Atomuhr, Zeitmeßanordnung höchster Genauigkeit, ähnlich der → Quarzuhr. Bei ihr werden die im Frequenzbereich von $3 \cdot 10^{10}$ Hz liegenden *Eigenschwingungen von Gasmolekülen und -atomen* zur Frequenzstabilisierung eines kleinen Quarzoszillators benutzt, dem Frequenzteileranordnungen, Verstärker und ein Synchro motor für den Antrieb der Uhrzeiger nachgeschaltet sind. Der Sender strahlt elektromagnet. Wellen der gewünschten, durch Vielfachung aus der Oszillator schwingung abgeleiteten Frequenz als Hohlleiterwellen in eine mit verdünntem Gas (Ammoniak oder Zäsiumdampf) gefüllte *Absorptionszelle*. Die dort angeregten Eigenschwingungen absorbieren je nach Schärfe der Resonanz einen mehr oder minder großen Teil der eingestrahlten Energie. Die restliche Energie steuert über einen Detektor und ein Reaktanzrohr wiederum die eingestrahlte Energie und korrigiert so ge-



Atomstrahlresonanzmethode: Meßanordnung bei der Methode nach Rabi.

Atomumwandlung – Aufladegebläse

ringste Abweichungen laufend im Sinne schärfster Resonanz. Eine relative Frequenzkonstanz von 10^{-10} , gegenüber 10^{-8} bei Quarzoszillatoren, wird angestrebt. Der besondere Vorteil der A. gegenüber der Quarzuhr ist die geringe Temperaturabhängigkeit, die die Kontrolle durch Thermostaten wesentlich vereinfacht.

Atomumwandlung, Atomzertrümmerung, → Kernreaktion.

Atomwärme, die Wärmemenge, die nötig ist, um die Temperatur eines Grammatoms um 1°C zu erhöhen, zu berechnen als Produkt aus spez. Wärme und Atomgewicht (→ Dulong-Petitsche Regel).

atramentieren, ein Korrosionsschutzverfahren für Stahl durch Phosphatieren in einer Zinkphosphatlösung bei 90°C .

Atropin, giftiges Alkaloid aus Nachtschattengewächsen, bes. in der Tollkirsche und im Stechapfel. Pflanzenteile sowie Salze des A. werden ärztlich verwandt. Sie verringern Schweißbildung und Speichelfluß, lösen Krämpfe der glatten Muskeln, z.B. der Bronchialmuskeln bei Asthma, und erweitern die Pupille.

atü, → Atmosphäre.

ätzen, Lösungsvorgang, bei dem durch Ätzmittel Teile der Oberfläche eines Körpers entfernt werden.

1) DRUCKTECHNIK: Bei der **Tiefätzung** wird die Oberfläche mit einem Ätzgrund (Asphalt, Paraffin u. a.) überzogen, die Zeichnung mit einer Radier-nadel eingeritzt und die freigelegte Oberfläche geätzt. Bei der **Hochätzung** wird nur die Zeichnung mit Asphaltlack abgedeckt und die übrige Oberfläche weggeätzt. Die **Ätzmachine** schleudert die Ätzflüssigkeit gegen die eingelegten, mit Ätzgrund versehenen Platten. Als **Ätzmittel** können für die verschiedenen Metalle folgende Chemikalien verwendet werden:

Metal	Ätzmittel
Aluminium	Eisenchlorid; Phosphorsäure; Salzsäure mit Zusatz von Aluminiumchlorid; Flußsäure.
Antimon	Salzsäure mit Zusatz von Weinsäure.
Blei	Eisenchlorid.
Elektron	schwache Salzsäurelösungen.
Kupfer	Eisenchlorid; Salzsäure mit Zusatz von Wasserstoffperoxid; Chromsäure.
Messing	Eisenchlorid mit Zusatz von Salzsäure.
Nickel	Salpetersäure; Chromsäure.
Stahl (Eisen)	Salpetersäure mit Zusätzen von Weinsäure, Alkohol, Essigsäure, Quecksilberchlorid; Flußsäure; Chromsäure; Salzsäure.
Zink	Salpetersäure; Eisenchlorid; Ammonpersulfat.
Zinn	Salzsäure; Eisenchlorid.

Beim **A.** durch **Elektrolyse** wird der Gegenstand als Anode in ein Bad gehängt. Bei Stromdurchgang wird die freiliegende Oberfläche durch elektrolytische Lösung des Metalles geätzt (→ Elektrolyse). Das Ätzen spielt eine große Rolle bei der Herstellung von Druckformen (Klischees).

2) In der METALLKUNDE: Zur Betrachtung der Struktur von Metallen und Legierungen werden durch Schleifen und Polieren ebene Flächen an einem herausgearbeiteten Bruchstück hergestellt. Auf ihnen sind nur Poren, grobe Lunker, Risse und Gefügebestandteile mit unterschiedl. Eigenfärbung zu erkennen. Meist muß mit chem. Mitteln geätzt werden. Bei der **Korngrenzenätzung** werden Substanzen an der Korngrenze angegriffen, oder es entstehen durch verschiedenen starke Abtragung von Gefügebestandteilen Schattenwirkungen an den Korngrenzen. Bei der **Kornflächenätzung** werden die Körner verschieden stark aufgeraut, wobei sich Helligkeitsunterschiede ergeben, oder durch Ausbildung von oxyd. Schichten oder Niederschlägen verschiedene Färbungen erzielt. Bei **Tiefätzungen** entstehen Ätzfiguren, die die verschiedene Orientierung der

Kristallite in der Probe erkennen lassen. Bei **Heißätzungen** wird das bei erhöhten Temperaturen vorliegende Gefüge festgehalten.

A. SCHRAEDER: Ätzhft (1957).

3) GLAS wird mit Lösungen von Flußsäure oder flußsauren Salzen, oft mit Zusatz von Schwefel-, auch Salpetersäure geätzt. Gebräuchl. ist: 1) **Blankätzen** (Säurepolieren) als Ersatz für teure mechanische Politur bei Kristallgläsern, mehrmals je 15 bis 20 s in warmer Lösung; 2) **Tief- und Mattätzen** zur Herstellung von Mustern, Teilstreichen und Schrift auf Glasgeräten, mit fluorhaltigen Gemischen, je nach Zusammensetzung und Stärke blank oder matt wirkend; nicht zu ätzende Teile werden durch Schutzlack oder Schablone abgedeckt. Mattierte Oberflächen erhält man durch das Ätzmittel im Dampfzustand (Eisblumenglas).

4) STOFFDRUCKEREI: zur Erzielung bestimmter Musternungen wird die bereits fertige Färbung des Gewebes durch Aufdruck oxydierender oder reduzierender Pasten (**Ätzzapp**) lokal zerstört: **Weißätze**. Enthält die Ätzzpaste gleichzeitig ätzbeständige Farbstoffe, so entstehen **Buntätzen** (→ abziehen).

Ätzkali, -laugen, -natron, → Alkalien.

Au, chem. Zeichen für → Gold.

Audion, → Rundfunktechnik.

Auelehm, Lehmdecke meist über Schottern in Flußtälern, Hochwasserabsatz mit beträchtlichem Lößlehmanteil.

Auerlicht, die → Gasbeleuchtung.

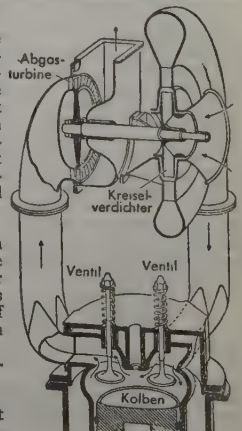
Auermetall, eine → pyrophore Zer-Eisen-Legierung mit etwa 60–70% Zer.

Aufbereitung, Vorbereitung von bergmänn. Rohprodukten für Weiterverarbeitung und Verkauf. Bei der **trockenen A.** werden die Erze zerschlagen und reine Stücke bis 25 mm Korngröße auf Transportbändern ausgelassen („scheiden“, „klauben“). Das Restmaterial geht in die **naßmechanische A.** Hier wird es in Sieben und Stromapparaten in waagrecht oder aufsteigendem Wasserstrom, in dem kleinere Körner schneller fallen als große, klassiert. Die gewonnenen „Gleichfälligkeitstufen“ werden auf Setzmaschinen in auf- und abschwingendem Wasserstrom und auf Schüttel- und Planstoßherden sortiert. Haben die zu trennenden Mineralien nahezu gleiche Wichte, so verwendet man oft → Magnetscheider (**magnetische A.**). Eine weitere wichtige A.-Art ist die **Schwimm-A.** oder → Flotation, bei der man Teichen bis zu einem Durchmesser von etwa $\frac{1}{10000}$ mm gewinnt. Versagen naßmechan. und magnet. A., so bleibt noch die **elektrostatistische A.**, bei der das verschiedene elektr. Leitvermögen der Erze ausgenutzt wird; die besser leitenden Körner werden von einer geladenen Platte schneller abgestoßen als die übrigen. Bei der **Zentrifugal-A.** werden schwerere Teilchen von leichteren durch Fliehkräfte getrennt. Die **chemische A.** bildet den Übergang zu den eigentl. Verhüttungsprozessen und umfaßt Rösten, Amalgamation, Chloration und Zyanidlaugerei.

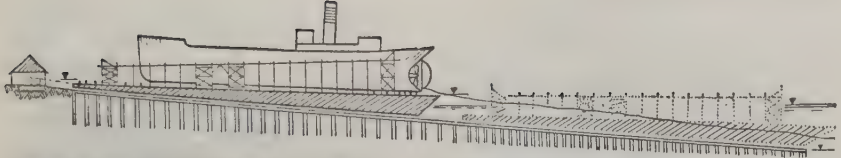
Aufleisungs-schuhe, aus bestem Stahlguß hergestellte kleine Rampen, über die ein entgleistes Fahrzeug wieder auf das Gleis geschoben oder gezogen wird.

aufkohlen, → Zementation

Aufladegebläse, Lader, verdichtet Luft oder Luftkraftstoffgemisch zur Vergrößerung des Füllungs-



Aufladegebläse im Schnitt (nach Zumbühl, Motoren).



Längsaufschleppe für Schiffe von 1500 t (nach F. W. O. Schulze, Seehafenbau, Bd. III, 1936; Verlag Wilh. Ernst und Sohn, Berlin).

gewichts von Verbrennungskraftmaschinen und steigert dadurch ihre Leistung; notwendig z.B. beim Höhenflug. Geeignet sind Zellenverdichter und Rootsgebläse bei Fahrzeugmotoren, Schleudergebläse bei Schiffsmaschinen und Flugzeugen. Antrieb von der Kurbelwelle her oder durch Abgasturbine (Turbolader).

Auflösemaschine, Maschine zum Zerkleinern der im Walzenstuhl (→Müllerei) entstandenen Mehlpfättchen.

Auflösung, OPTIK: Zerlegung eines Bildes in wahrnehmbare Elemente. A.-Vermögen heißt bei opt. Instrumenten der kleinste Abstand zweier Punkte, die noch getrennt wahrgenommen werden können. Es wird außer von den Abbildungsfehlern bestimmt: 1) durch die Strahlenbeugung (→Beugung) in der Eintrittspupille (→Blende) des Gerätes, 2) durch die Struktur des Empfangsorganes, z.B. durch den Zäpfchenabstand im Auge, die Korngröße des Filmes, den Raster im Fernsehgerät. Das A.-Vermögen des Auges entspricht einem Bildwinkel von 0,8 bis 4 Bogenminuten. Bei Berücksichtigung der Beugungsunschärfe ist das A.-Vermögen um so größer, je kleiner die Wellenlänge (bei Elektronen- und Ionenstrahlen die Länge ihrer Materiewelle) und je größer die numerische Apertur (z.B. bei Mikroskopen) oder die relative Öffnung (z.B. bei Photoobjektiven) oder die absolute Öffnung (z.B. bei astronomischen Fernrohren) ist.

Bei Spektralapparaten bedeutet A.-Vermögen die kleinste Wellenlängendifferenz noch getrennter Spektrallinien. Sie ist beim Prisma um so kleiner, je kleiner die Wellenlänge, je größer die Dispersion und die Basislänge sind; beim Gitter, je größer die Strichzahl und die spektrale Ordnung sind.

Aufrauhergert, Aufreißer, Buntmacher, ein Maurerwerkzeug zum Aufrauen frischer Wände oder Decken, ein Brett mit Handgriff und Reißzähnen.

Auflöser, die Darstellung eines Gegenstandes in der Vertikalebene durch senkrechte Projektion seiner Punkte auf diese Ebene.

Aufschleppe, Slip, Einrichtung für das Trockenstellen von Wasserfahrzeugen bis zu 5000 t Gewicht. Sie besteht aus einer schiefen Ebene mit Schienen für den Slipwagen. Dieser wird so weit hinabgelassen, bis das Schiff darauf aufgesetzt werden kann, und dann durch Hochwinden aus dem Wasser gezogen. Beim Querslip ruht das Schiff auf mehreren Wagen. Auf modernen Werften werden neu erbaute Schiffe vielfach, statt von Stapel zu laufen, abgelsipt.

aufschließen, 1) CHEM. ANALYSE: säureunlösliche Substanzen durch Schmelzaufschluß mit Soda, Kaliumhydrogensulfat usw. in wasser- oder säurelösliche Verbindungen überführen. 2) BERGBAU: Lagerstätten abbaufähig machen. → Aufschlußmethoden. 3) TEXTILTECHNIK: das Reinigen und Spinnfertigmachen von Textilfasern.

Aufschlußmethoden, geophysikalische Verfahren zur Ermittlung der stofflichen Beschaffenheit der obersten Erdschichten. Die gravimetrische A. läßt durch die Schwerestörungen Schlüsse auf die störenden Massen zu, → Schweremessungen. Die Elastizität von Gesteinsschichten kann nach der seismischen A. durch Messung künstl. Erdbebenwellen ermittelt werden. Sprengseismik und Schweremessungen sind besonders erfolgreich für die Suche nach Erdöl. Bei den zahlreichen elektrischen A. beobachtet man den Verlauf des Erdstromes oder zugeführter elektr. Ströme oder die Wirkung elektrischer Wellen auf den Untergrund in Abhängigkeit

von der verschiedenen Leitfähigkeit von Mineralien, Gesteinen und Wasser. Die magnetische A. verwendet die verschiedene Magnetisierbarkeit der Bodenarten. Die radiometrische A. zeigt nicht nur das Vorkommen stark radioaktiver Mineralien und radioaktiver Quellen an, sondern auch Spalten und Verwerfungen, weil dort die Bodenwässer, die stets eine Spur von Radioaktivität enthalten, am ehesten radioaktive Substanzen absetzen.

H. REICH: Grundr. d. angew. Geophysik f. Geologen (1960).

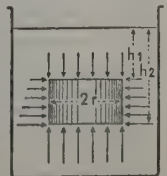
aufschumpfen, Verfahren zur festen Verbindung zweier einander umschließender Metallteile, z.B. Welle und Ring. Der äußere Teil wird erhitzt, dehnt sich hierbei aus und kann leicht aufgezogen werden. Nach dem Erkalten und Zusammenschumpfen preßt er sich bei richtiger Wahl der Abmessungen dem inneren Teil fest auf. Derartige Schumpfverbindungen werden u. a. bei der Herstellung der Eisenbahnräder (Aufziehen des Radreifens auf den Radkörper) und häufig bei Reparaturen angewandt sowie überall dort, wo in einem Hohlgefäß sehr hohe Drücke auftreten, so daß Bruchgefahr besteht.

aufspannen, eine Art der Befestigung von Werkstücken auf der Werkzeugmaschine mit meist von Hand, aber auch pneumatisch oder hydraulisch oder elektromagnetisch betätigten Spannvorrichtungen.

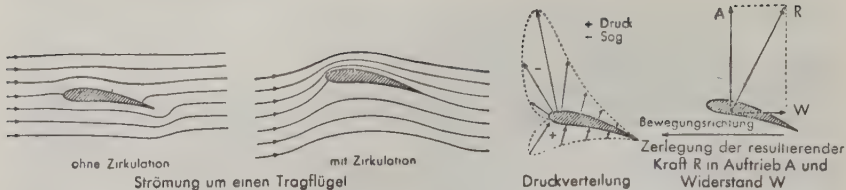
Auftrieb, bestimmte, durch Druckunterschiede entstehende Kräfte in Gasen und Flüssigkeiten. Der statische A. ist die Kraft auf einen in einer Flüssigkeit oder einem Gas ruhenden oder sich bewegenden Körper, die durch die Verdrängung von Flüssigkeit oder Gas durch diesen Körper hervorgerufen wird (ARCHIMEDES). Der statische A. wirkt entgegen der Schwerkraft und läßt sich aus der Druckabnahme mit der Höhe leicht erklären. Ein Körper, der alleseitig von Flüssigkeit oder Gas umgeben ist (Unterseeboot, Luftschiff), steigt, wenn der statische A. das Gewicht überwiegt; schwimmt, wenn dieser gleich dem Gewicht ist; sinkt, wenn er das Gewicht unterschreitet. Ein Körper, der in die Oberfläche einer Flüssigkeit eintaucht (Schiff), schwimmt, wenn das Gewicht der verdrängten Flüssigkeit gleich dem Gewicht des Körpers ist. In allen Fällen ist der statische A. gleich dem Gewicht der verdrängten Flüssigkeits- oder Gasmenge (ARCHIMEDES'Sches Prinzip); ein im Wasser eingetauchter Gegenstand z.B. scheint also um das Gewicht des verdrängten Wassers leichter als außerhalb des Wassers. Der A. im Wasser ist bei der Bemessung ins Grundwasser eintauchender Bauwerke zu beachten.

Der statische A. in Gasen ist meist vernachlässigbar klein (Ausnahme: Luftschiffe und Ballone); bei Präzisionswägungen muß er berücksichtigt werden.

Der dynamische A. ist die senkrechte nach oben gerichtete Komponente der Kraft auf einen in einer Flüssigkeit oder einem Gas sich bewegenden Körper. Ein technisch



Auftrieb I: statischer Auftrieb eines Zylinders in einer Flüssigkeit der Wichte σ . Auf die obere Kreisfläche πr^2 wirkt die Kraft $h_1 \pi r^2 \sigma$ senkrecht nach unten, auf die untere die Kraft $h_2 \pi r^2 \sigma$ senkrecht nach oben. Der Auftrieb ergibt sich als Differenz beider Kräfte zu $(h_2 - h_1) \pi r^2 \sigma = \sigma V$ (V = Zylindervolumen).



Auftrieb 2

auszuwertender dynamischer A. entsteht nur an geeignet geformten Körpern (Tragflügeln) bei unsymmetrischer Umströmung. Der glatte Abfluß der Strömung, der an der Hinterkante von Tragflügeln bei geeigneter Anstellung beobachtet wird, entspricht einer Überlagerung der Parallelströmung durch eine Zirkulationsströmung (Bild). Die Zirkulation ergibt auf der Oberseite des Tragflügels größere Geschwindigkeiten und damit kleinere Drücke (Sog), auf der Unterseite kleinere Geschwindigkeiten und damit größeren Druck; der Unterschied der Drücke liefert den dynamischen A.

Aufwind, eine aufwärts gerichtete Luftbewegung; der senkrechte Anteil des natürlichen Windes. Man unterscheidet *Gelände-A.* an Bodenerhebungen, bes. an fortlaufenden Höhenzügen quer zur Windrichtung, *Reibungs-A.* durch Stau des Windes beim Übergang z. B. von Wasser auf rauhen Boden, *Wärme-A.* oder *Thermik* über Gebieten, die wärmer sind als die Umgebung, z. B. über sonnenbestrahltem Sand. Die stärksten A. finden sich auf der Vorderseite von Gewittern. A. kann von Flugzeugen zum Vermindern der Sinkgeschwindigkeit, zum Waagrechtfliegen oder Steigen genutzt werden, bes. im Segelflug; die Steigleistung des A. läßt sich größtenteils in Vortriebsleistung zum Fliegen umsetzen.

Aufzug, senkrechte oder schräge Förderanlage für Personen oder Lasten zur Überwindung von Höhenunterschieden; Unterscheidung nach Antriebsart: *Hand-A.*, *hydraul. A.*, *elektr. A.* (meist benützt); nach Bauart: *Trommel-A.* und *Treibscheiben-A.* Beim Trommel-A. hängen Fahrkorb und Gegengewicht an der Seiltrommel. Von der Aufzugswinde leiten Seilscheiben die Seile in den Schacht. Das Gegengewicht gleicht das Korbge-
 wicht und mindestens 50% der Nutzlast aus (geringe Motorleistung). Eine autom. Fangvorrichtung tritt schon bei Überdehnung eines Seiles in Tätigkeit; dabei wird die A.-Winde durch die Seilschleifvorrichtung und gleichzeitig. Einfallen der Bremse stillgesetzt. Die Schachttürverriegelungen gestatten nur diejen. Tür zu öffnen, hinter der der Fahrkorb steht. A.-Steuerungen: Seilsteuerung, durch ein endloses Steuerseil, das einen Wendeanlasser für Auf- und Abwärtsfahrt auslöst; Radsteuerung bei Führeraufzügen ebenfalls durch Seil; elektr. Hebelsteuerung, nur vom Fahrkorb aus; Druckknopfsteuerung, Bedienung im Fahrkorb und an den Schachtzugängen. Bei A. mit Innen- und Außensteuerung schaltet beim Betreten ein Fußbodenkontakt die Außensteuerung ab. Bei Selbstfahrer-A. ist an den Schachttüren meist nur ein Heranholknopf vorgesehen. – Bei Treibscheiben-A., die ähnl. wie eine Fördermaschine mit Koepe-scheibe gebaut sind, hängen Korb und Gegengewicht an mind. 4 Seilen. Der Antrieb enthält eine als Bremsscheibe ausgebildete Kupplung und ein Schneckenradvorgelege; auf dessen Welle sitzt die Trommel oder Treibscheibe. – Der *Paternoster*- oder *Umlauf-A.* ist ein Personen-A.: zwischen zwei parallel verlaufenden, endlosen, über 4 Rollen (je 2 oben und unten) geführten Kettschlaufen, die sich immer in gleicher Richtung bewegen, sind Kabinen eingehängt, die auf einer Seite langsam aufwärts, auf der andern langsam abwärts laufen. Beim Vorbeigehen einer Kabine an einem Stockwerk kann man diese betreten oder verlassen. Über die Endumführungen kann man gefahrlos mitfahren.

Eine Sonderform ist der viel gebrauchte, leicht ortsveränderliche *Bau-A.* mit einem Rohr oder Gerüst als Führung einer durch eine Winde hochgezogenen, meist um 180° einschwenkbaren Plattform zum Hochbringen von Baustoffen.

MAYER-FRANZEN: Der A.-Bau (1963).

Auge, 1) das menschliche A. als opt. System bildet die Lichtquellen des Gesichtsfeldes durch eine Linse mit veränderlicher, einstellbarer (Akkommodation) Brennweite auf die Netzhaut ab, die auf Strahlungen verschiedener Wellenlänge verschieden reagiert. Die A.-Empfindlichkeit als Funktion der Wellenlänge ist grundlegend für die → Lichttechnik. 2) MASCHINENBAU: zylind. oder kegelige Erhöhung an Maschinenteilen, meist zum Anbringen einer Bohrung. 3) WEBEREI: Maillon, Schleife oder Öse in der Litze für die Kettfäden.

Auger-Effekt, die gleichzeitige Ablösung von 2 Elektronen aus dem Verband eines Gasatoms durch Röntgenstrahlung (AUGER, 1926).

Augit, → Pyroxene.

Augitit, Eruptivgestein aus Augit, Glas und Magnetit.

Augpunkt, → Perspektive.

Aureole, 1) kleiner weißer oder farbiger Hof um Sonne und Mond, entsteht durch Beugung der Lichtstrahlen. 2) bei Sicherheitslampen eine blaue Lichtwolke, bildet sich bei Anwesenheit von Methan. 3) bei hohen Spannungen an elektr. geladenen Körpern auftretende Lichterscheinung.

Aureomycin, ein 1948 in die Heilkunde eingeführtes → Antibiotikum, aus dem Schimmelpilz *Streptomyces aureofaciens* gewonnen und gegen folgende Krankheiten wirksam: Rickettsiosen, Viruskrankheiten, Tularämie, Brucellosen und Syphilis.

Auripigment, monoklines Mineral As_2S_3 , gelb, durchscheinend, meist derb. A. kommt auf Erzgängen oder Sedimenten vor.

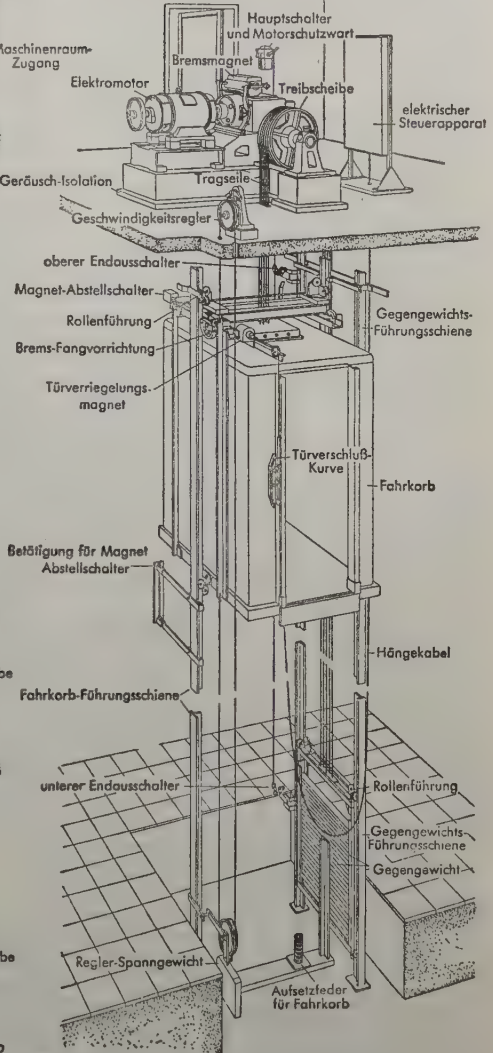
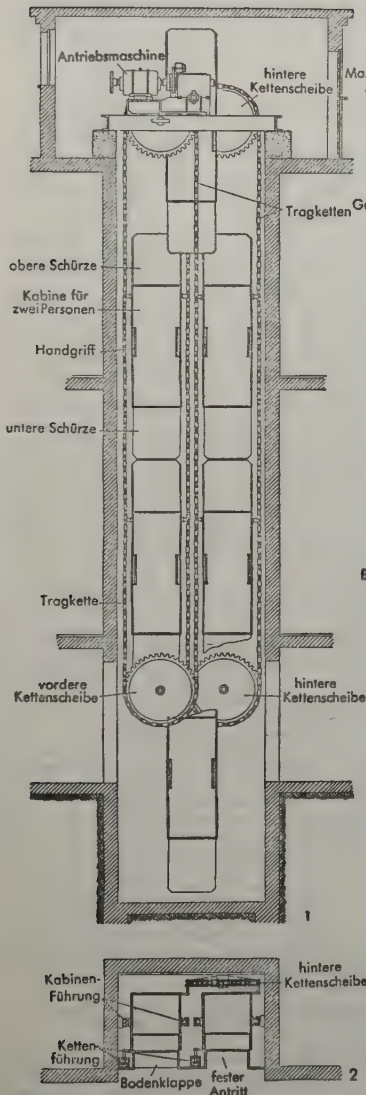
Ausblühung, Abscheidung am Mauerwerk durch Witterungseinflüsse; besteht hauptsächlich aus Kalksalpeter, $Ca(NO_3)_2$.

Ausdehnung, 1) die Volumzunahme eines Körpers bei Erwärmung. Die meisten Körper dehnen sich in allen Richtungen gleichmäßig aus (*isotrope A.*).

Die A., die ein fester Körper in einer Richtung erfährt, z. B. ein Stab in Richtung seiner Länge, heißt *lineare A.*; sie erfolgt in erster Näherung verhältnismäßig zur Temperaturerhöhung. Der *lineare Ausdehnungskoeffizient* ist der Bruchteil, um den die Länge je Grad zunimmt. Bei flüssigen und gasförmigen Körpern kann nur die Volumänderung gemessen werden (*kubische A.*). Der *Volumenausdehnungskoeffizient* oder *kubische Ausdehnungskoeffizient* ist der Bruchteil, um das Volumen je Grad zunimmt. Bei idealen Gasen ist er unabhängig von der

Temperatur etwa $\frac{1}{273,2} = 0,0036604$ je Grad. Beide

A.-Koeffizienten sind in der Regel positiv. Die wichtigste Ausnahme bildet Wasser, das unterhalb 4° C einen negativen A.-Koeffizienten hat (*Zusammensiehung*), bei 4° C also die größte Dichte besitzt. Deshalb können tiefe Gewässer am Grunde nicht unter 4° C abkühlen, da das kältere Wasser leichter ist und, ebenso wie Eis, an der Oberfläche bleibt.



Aufzug: links Paternosteraufzug, 1 Vorderansicht, 2 Aufsicht; rechts Personenaufzug.

AUSDEHNUNGSKOEFFIZIENTEN EINIGER STOFFE

Feste Stoffe	linearer A.-K. bei 18°C	Flüssigkeiten	kubischer A.-K.
Aluminium	0,0000218	Alkohol...	0,00110
Blei	0,0000288	Quecksilber	0,00181
Eisen	0,000012	Petroleum.	0,00092
Glas	0,000008	Wasser (18° C) ..	0,00018

2) A. des Weltalls, die zeitlich fortschreitende Vergrößerung des geschlossenen Riemannschen Raumes, als der der Kosmos vermutlich zu denken ist; sie wird wahrscheinlich gemacht durch den Hubble-Effekt, der eine Fluchtbewegung der ent-

fernten Spiralnebel anzuzeigen scheint, → Kosmologie.

ausfällen, → Fällung.

ausflocken, Ausfällen eines Stoffs aus seiner kolloidalen Lösung (→ Kolloide).

Ausfluß. Das Ausflußgesetz nach TORICELLI (1644) bestimmt die Geschwindigkeit einer aus einem Gefäß ausfließenden Flüssigkeit unter Vernachlässigung der Reibung. Sie ist $v = \sqrt{2gh}$; h = Abstand der Ausflußöffnung von der Flüssigkeitsoberfläche, $g = 981 \text{ cm/s}^2$ (Schwerebeschleunigung).

Ausgleichsgetriebe, Differentialgetriebe, → Kraftwagen.

Ausgleichsrechnung, das Verfahren, auf Grund von Messungen diejenigen Werte der gesuchten

auskeilen – Austauschkraft

Größen zu berechnen, die wahrscheinlich die richtigen sind. Für zufällige Fehler stellt die Fehlertheorie nach den Grundsätzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung das Fehlergesetz auf, das graphisch als Fehlerkurve dargestellt wird. Werden die unbekannten Größen unmittelbar gemessen, so ist das arithmet. Mittel aus den Beobachtungen einer Größe deren wahrscheinlichster Wert. Hiervon ausgehend haben GAUSS und LEGENDRE die Methode der kleinsten Quadrate entwickelt für den sehr häufigen Fall, daß die Abhängigkeit der Größe von einem Parameter durch Messungen gefunden werden soll.

auskeilen, das allmähliche Dünnerwerden einer Gesteinsschicht zwischen zwei anderen bis zum völligen Verschwinden (die Schicht „keilt aus“).

Auskeilung, → StraBe.

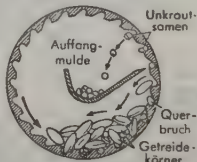
Auskehlung, der vollständige Entzug von Kohlenstoff aus einem Werkstück aus Stahl.

Auskragung, **Ausladung**, die größte Entfernung vorspringender Bauteile (Erker, Gesimse, ganzer Stockwerke) von ihrer Unterstützung.

Ausladung, 1) die Hinwegführung von Gesteinssmassen durch die lösende Tätigkeit des Wassers im Untergrund. Es entstehen dabei Hohlräume, in die darüber anstehende Gesteinssmassen einstürzen können, → Erdfall. 2) die technische Trennung zweier fester Stoffe mit Hilfe eines Lösungsmittels, in dem nur der eine löslich ist, → Extraktion.

Ausleger, 1) BAUTECHNIK: über die Unterstützung hinausragender Träger: A.-Kran, A.-Brücken. 2) bei SPORTBOOTEN beiderseits angebrachte Stahlgroßgestelle zum Auflagen der Riemen; sie vergrößern den Hebelarm und damit die Durchzugskraft des Ruderers. 3) einseitige, mit dem Bootskörper durch Balken fest verbundene Schwimmer zur Stabilisierung seegehender Fahrzeuge bei Naturvölkern tropischer Meere.

Auslesemaschine, **Trieur**, scheidet fremde Samen (Raden, Wicken) von etwa gleicher Größe, aber anderer Form als das Getreidekorn und quergebrosene Getreidekörner aus in einem Zylinder, dessen Wand innen zahlreiche kleine Vertiefungen hat, aus denen beim Drehen die Getreidekörner früher herausfallen als die runden Fremdsamen, die in eine besondere Sammelmulde fallen.



Auslesemaschine: Schnitt durch einen Trieur.

Auspuff, **Abdampf** von Dampfkraftmaschinen, **Abgas** von Verbrennungskraftmaschinen. A.-Maschinen heißen DAMPFMACHINEN, bei denen der Dampf nach Arbeitsleistung ohne weitere Nutzung in die Atmosphäre entweicht, im Gegensatz zu Kondensationsmaschinen. Bei DAMPFLOKOMOTIVEN wird der rhythmisch entweichende A. zur Feueranzufang herangezogen.



Auspufftopf, Schema

Bei BRENNKRAFTMASCHINEN wird der A.-Schall durch den A.-Topf gedämpft, der den Druck der Abgase entspannt. Er hat ein Mehrfaches des Rauminhalts der Arbeitszylinder. Bei Absorptionsfiltern wird Reibungsdämpfung verwendet: das von einem mit Spänen, Glaswolle u. ä. gefüllten Behälter umgebene Auspuffrohrstück wird mit vielen Löchern versehen. Beim Resonanzschalldämpfer sind Hohlräume um kurze Unterbrechungen der Rohrleitung gelegt. In der Nähe der Resonanz der Schallfrequenz mit der Eigenfrequenz des Resonators, d. h. eines Hohlraums, ergibt sich gute Schalldämpfung; deshalb werden mehrere abgestimmte Hohlräume verwendet; bei großen ortsfesten Motoren werden zur weiteren Dämpfung unterirdisch gemauerte Kanäle verwendet.

Ausrüstung, TEXTILTECHNIK: Nachbehandlung von Geweben, → Appretur.

aussalzen, einen in Lösung befindl. Stoff durch Zugabe eines Salzes ausfällen, bewirkt durch Binden des Wassers an das Salz (Ionenhydratation). Das leichter lösl. Salz verdrängt gleichsam den gelösten Stoff aus der Lösung.

Ausschließungsprinzip, → Pauliprinzip.

Außenbordmotor, kleiner Motor, meist Zweitaktmotor, für Ruder- und Rennboote, der an der Bordwand festgeklemmt wird, mit senkrechter Welle und Kegelradgetriebe zum Antrieb der Schraube; Leistung: 2–25 PS, Gewicht 14–45 kg.

Außenpolmaschine, → Generator.

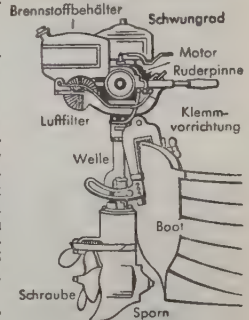
Aussteuerbereich, des Spannungsbereichs, in dem eine Verstärkerröhre praktisch verzerrungsfrei arbeitet.

Ausstrahlung, die Abgabe von elektromagnetischen Strahlungen, bes. Wärmestrahlung, durch Körper nach den Strahlungsgesetzen von STEFAN, BOLTZMANN und WIEN. In der Wetterkunde ist die Kenntnis der Wärmeabgabe der Erdoberfläche oder der Atmosphäre an den Weltraum durch A. wichtig. Sie verursacht in unteren Schichten die nächtliche Abkühlung. Die resultierende Wärmeabgabe der Oberfläche ergibt sich aus der durch die (langwellige) Gegenstrahlung der Atmosphäre verringerten A.

Austauschbau, eine Art der Herstellung von Maschinen, Apparaten u. dgl., bei der alle Teile so genau gefertigt werden, daß sie beim Zusammenbau oder bei einer Ausbesserung ohne Nacharbeit ausgetauscht werden können.

Austauscherharze, unlösliche Kunstharze, die durch ihren Gehalt an bestimmten chem. Gruppen ebenso wie die → Permutite aus wässrigen Flüssigkeiten Ionen salzartig zu binden und reversibel gegen andere Ionen auszutauschen vermögen (Ionen-austauscher). Sie kommen in gekörnter Form als Kationen- oder Basenaustauscher z. B. zur Enthärtung von Kesselspeisewässern zur Anwendung oder dienen in Verbindung mit Anionen-Austauschern u. U. sogar zur Voll-Entsulfung von Gebrauchswässern. Auch für spezielle, z. B. analytische Zwecke spielen A., die in verschiedenen Typen als „Wofatite“, „Lewatite“, „Amberlite“ u. a. im Handel sind, eine wichtige Rolle. Sie werden, sobald sie mit den zu entfernenden Ionen gesättigt sind, durch Behandlung mit Säuren, Basen oder geeigneten Salzlösungen regeneriert.

Austauschkraft, eine zuerst in der → Quantentheorie der chem. Bindung, speziell der Bindung zwischen unpolaren Atomen (homopolare Bindung) entdeckte Kraft, die durch ständigen Austausch von Elektronen zustande kommt. Sie bewirkt im Bindungsfall bei Annäherung der Atome Energiegewinn (im Abstoßungsfall Energieaufwand). Der Begriff der A. reicht jedoch viel weiter. In der Quantenmechanik, insbes. in ihrer vertieften Form, der Quantenfeldtheorie, erscheinen ganz allg. Wechselwirkungskräfte als Folge eines Austauschs von Elementarteilchen. Im Gegensatz zum Fall der chem. Bindung sind jedoch die auszutauschenden Partikel nicht ständig vorhanden. Sie werden erst im Austauschprozeß selbst erzeugt und wieder absorbiert. Z. B. kommt die elektr. Abstoßung zwischen Elektronen durch den Austausch von → Lichtquanten zustande, die von einem Elektron emittiert, zum anderen wandern und von diesem absorbiert werden, ein Spiel, das sich hin- und hergehend ständig wiederholt. Die Bindung der schweren Kernbausteine (Nukleonen) kommt zustande durch den Austausch von → Mesonen, die wie im obigen Beispiel



Außenbordmotor

entstehen und vergehen. Da die auszutauschenden Partikel in jedem Austausch nur vorübergehend existieren, braucht nach der Heisenbergschen Unschärferelation ihre Ruheenergie nicht voll aufgebracht zu werden: sie erscheinen im Zwischenprozess nicht als freie Teilchen.

Austenit, Gefügebestandteil des Eisens, Mischkristalle aus Eisen und Kohlenstoff.

Austrittsarbeit, *Austrittspotential*, die in Volt gemessene Arbeit, die zu leisten ist, um ein Leitungselektron aus dem Inneren eines Metalls herauszubringen (TABELLE).

Auswerfer, 1) Vorrichtung an autom. Maschinen, die das fertige Werkstück selbsttätig ausstößt.

2) Teil am Schloß des Gewehrs und anderer Feuerwaffen, durch den beim Öffnen die Patronen- oder Kartuschhülle ausgeworfen wird.

auswuchten, bei Drehkörpern erreichen, daß die Drehachse durch den Schwerpunkt geht. *Dynam.* A. bewirkt, daß die Drehachse mit der Hauptträgheitsachse zusammenfällt. Zum A. dienen Schwerpunktwaagen und Schwerpunktmaschinen.

Auswurfling, ein bei einer Tuffruption aus im Untergrund entstehenden Gesteinen mitgerissenes und im Tuff abgelagertes, dem geförderten Magma fremdes Gesteinsstück.

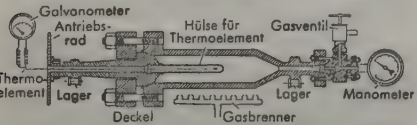
Autobahnen, → Straße.

autochthon, ein an Ort und Stelle gebildetes Kohlenflöz oder eine Gebirgs- oder Gesteinsmasse.

autogenes Schneiden, **autogenes Schweißen**, → schneiden, → schweißen.

Autokatalyse, die Erscheinung, daß ein bei einer Reaktion entstehendes Produkt die Reaktion selbst beschleunigt. Ein Beispiel ist die Beschleunigung der Spaltung von Antimonwasserstoff durch das dabei entstehende metall. Antimon. Im biochem. Geschehen beruht die Vermehrung von Virus-Eiweiß in der lebenden Zelle auf A., insb. aber die dem Vererbungsgeschehen zugrunde liegende Verdoppelung der Chromosomen vor der Bildung selbständiger Ei- oder Samenzellen. Auch jede Zellteilung im normalen biolog. Wachstumsgeschehen wird autokatalytisch vorbereitet. So entstehen bei Vorhandensein gleichartiger Gebilde Chlorophyllkörner, Mitochondrien u. a.

Autoklav, ein gasdicht verließbares, heizbares, starkwandiges zylind. Stahlgefäß, mit Thermometer, Manometer und Rührwerk, in dem Sub-



Autoklav: Schnitt durch einen Drehautoklaven (500°C, 500 atü, 2 l Inhalt).

stanzen über ihren normalen Siedepunkt erhitzt oder mit Gasen unter Druck zur chemischen Reaktion gebracht werden können.

Autokollimation, eine optische Anordnung, bei der das Licht den gleichen Kollimator (→ Kollimation) auf einem Hin- und einem Rückweg passiert. Anwendung in Spektralapparaten und im A.-Fernrohr.

Automat, 1) eine mechanische Einrichtung, die nach Aufhebung einer Hemmung eine Funktion selbständig und zwangsläufig ausführt.

Münz-A. sind Verkaufsapparate, die nach Einwurf einer bestimmten Geldmünze selbsttätig eine bestimmte Ware (Waren-A.) oder Leistung (Fernsprech-A., Wiege-A.) verabfolgen. Ein eingebauter Münzprüfer sichert gegen die Verwendung falscher Geldstücke. Wirkungsweisen: Die Münze fällt durch den Münzprüfer, der Höhe und Gewicht prüft, in einen Schlitz, wo sie, halb herausragend, bei Herausziehen des Schiebers die unterste Packung nach

vorn zieht und dabei in den Münzbehälter fällt. Bei elektr. Betätigung fällt die Münze auf einen Quecksilberkontaktpunkt, der einen Motor einschaltet, welcher die Ware auswirft. Ähnlich Münzwaagen, Münzfernsprecher u. a. m.

Schalt- und Sicherungsautomaten in elektr. Anlagen gewährleisten ein rechtzeitiges Abschalten der gefährdeten Teile bei Kurzschluß und Überbelastung.

2) → automatische Werkzeugmaschine. 3) → Rechenautomat. 4) eine Selbstanschlußanlage, → Fernsprecher.

Automatenlegierungen, Werkstoffe von guter Zerspanbarkeit für die Bearbeitung auf → automatische Werkzeugmaschinen. Zu ihnen gehören Automatenstähle mit Zusätzen von Phosphor, Schwefel, Blei (Verminderung der Reibung) u. a. m., Kupfer mit Thallium, Selen u. a. m., Leichtmetalle mit Eisen, Mangan, Cadmium u. a. m.

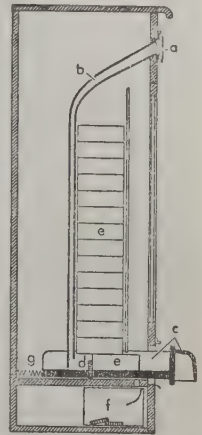
K. KREKLER: Die Zerspanbarkeit der metallischen und nichtmetallischen Werkstoffe (1951).

Automation, → Automatisierung.

automatische Werkzeugmaschine, **Automat**, bearbeitet selbsttätig Werkstücke. Eine Steuerung der a. W. durch den Menschen ist nach dem Einrichten, nach dem Besichtigen mit Werkstoff und nach dem Inangsetzen nicht erforderlich. Die a. W. führt die an einem Werkstück vorzunehmenden Arbeitsgänge hintereinander in der richtigen Reihenfolge und mit den gewünschten Geschwindigkeiten aus und schaltet selbsttätig von einem Arbeitsgang auf den nächsten um. Man unterscheidet: 1) nach der Bearbeitungsart: *Drehautomat*, → Drehbank; *Fräsautomat*, → fräsen; *Schleifautomat*, → schleifen usw.; 2) nach der Werkstoffzuführung: Der *Stangenautomat* schneidet die Werkstücke von der Stange ab, der *Magazinautomat* entnimmt sie einem Vorratsbehälter; 3) nach der Werkstückeinspannung: Der *Vollautomat* schneidet die Werkstücke selbsttätig von der Stange ab oder spannt die Werkstücke selbsttätig ein und aus; beim *Halbautomaten* werden die Werkstücke einzeln von Hand ein- und ausgespannt; 4) nach der Art des Spannwerkzeuges: Der *Futterautomat* hält das Werkstück in einem Spannfutter, während der *Stangenautomat* die Stange meist in der Spannzange festhält; 5) nach der Art des Werkstückes: *Schraubenautomat*, *Formautomat* (zur Herstellung beliebiger Rotationskörper) u. a.; 6) nach der Länge des Werkstückes: *Freidrehautomat* für kurze Werkstücke, *Langdrehautomat* für lange Werkstücke; 7) nach der Anzahl der Arbeitspindeln: *Einspindelautomat*, *Mehrspindelautomat*; 8) nach der Anzahl der gleichzeitig und gleichsinnig arbeitenden Drehmeißel (Stähle): *Einstahlautomat*, *Mehrstahlautomat*.

H. H. FINKELNBURG: Mehrspindelautomaten (1960); G. A. SCHAUMJAN: Automaten (1962).

Automatisierung, amerikan. *Automation*, die selbsttätige Bedienung, Steuerung und Kontrolle von techn. Vorgängen, insbes. der Fertigung, mit Hilfe autom. Steuer- und Regelvorrichtungen (→ Elektronik). Die A. geht, wie die meisten Zweige der Technik, den Weg einer fast stetigen Entwicklung und ist deshalb viel weniger eine – oft zitierte – „zweite industrielle Revolution“, als vielmehr eine Evolution. Sie wird in vielen Zweigen der Technik



Automat (schematisch): a Einwurf, b Münzschiacht mit Münzprüfeinrichtung, c Schieber, d Münze, e Packung, f Sammelbehälter, g Rückzugfeder.

Autoradiographie – Azetessigester

angewandt, z. B. bei automatischen Werkzeugmaschinen, der Fernlenkung, der Ölheizung, Rechenautomaten, selbsttätig schaltenden Kraftwagengetrieben, beim Selbstanschlußverkehr, in Walzwerken und vielen anderen. Auch viele Industriezweige, bes. der chem. Technik, arbeiten heute vollautomatisch, z. B. bei der Erzeugung von Papier, Kunstdünger, Kunststeinen, flüssigen Brennstoffen, Waschmitteln u. a.

V. KUSSL: Die Grundl. d. A. (1962).

Autoradiographie, Selbstabbildung radioaktiver Präparate auf einen photographischen Film, meist durch Auflegen eines feuchten Spezialabziehfilms auf das Präparat. Das entwickelte *Autoradiogramm* wird mikroskopisch ausgewertet.

Autoschütter, gleislos, luftbereiftes, geländegängiges Vierradfahrzeug mit Dieselantrieb und selbsttätig durch Verlagern des Schwerpunktes nach vorn kippende und nach Entladen sich ebenso wieder aufrichtende Mulde (2 bis 4 m²). A. werden in Steinbrüchen, Sand-, Kiesgruben oder bei Erdbauten in Verbindung mit Löffelbaggern verwendet.

Autotypie, photochemograph. Reproduktionsverfahren zur Wiedergabe von Photographien, Gemälden u. a. (erfunden 1881 von MEISENBACH und SCHMÄDEL) sowie der entsprechenden Druckstock für das Hochdruckverfahren. Die Rasternegative werden durch Aufnahmen mit der Reproduktionskamera unter Vorschaltung eines Rasters vor Film oder Platte erzielt. Dadurch wird das Bild entsprechend den Helligkeitsstufen in verschiedenen große Punkte zerlegt. Je feiner der Raster, desto weniger sichtbar ist die Punktbildung. Das Rasternegativ wird dann auf eine lichtempfindl. Zink-, Magnesium- oder Kupferplatte kopiert, die geätzt wird (→ Chemigraphie). Auch Mehrfarben-A. werden so hergestellt, sowie Negative und Positive für Übertragungen von Halbtönen für die → Flachdruckverfahren.

Autoxydation, Oxydation bei gewöhnl. Temperatur durch Luftsauerstoff, z. B. das Rosten von Eisen, das Festwerden trocknender Öle, wie Leinöl.

Autunit, tetragonales Uranmineral, $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 \cdot (\text{UO}_2)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, zeisiggrün bis schwefelgelb, radioaktiv.

Auxine, pflanzliche → Wuchsstoffe.

Aventurin, *Avanturin*, eine Abart des Quarzes, mit feinen Glimmerblättchen.

avivieren, Chemiefäden und -fasern mit Seifen, Ölen, sulfonierten Fetten u. a. nachbehandeln, um die Verarbeitbarkeit zu erleichtern.

Avogadro, Amadeo Graf A. di Quaregna, italien. Physiker, * 1776, † 1856, Prof. in Turin, veröffentlichte 1811 den „Versuch einer Methode, die relativen Massen der Elementarmolekeln der Stoffe und die Verhältnisse, nach welchen sie in Verbindungen eintreten, zu bestimmen“. Hierin wird das *Avogadro'sche Gesetz* ausgesprochen: Gleiche Volumina verschiedener Gase enthalten bei demselben Druck und derselben Temperatur gleich viele Moleküle. Die Anzahl wurde erst später festgestellt: 1 cm³ eines beliebigen idealen Gases enthält bei 1 atm und 0° C $2,69 \cdot 10^{19}$ Moleküle (*Avogadro'sche Zahl*). Diese Zahl gilt ungefährte auch für reale Gase.

OSTWALDS Klassiker der exakt. Wiss. Nr. 8 (1889).

Avoirdupois, abgek. avdp., das brit. und amerikan. Handelsgewicht, → Maß (ÜBERSICHT Gewichte).

Azerophthol, *Vitamin A*, antixerophthalmisches Vitamin, organ. Verbindung der Bruttoformel $\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}$, kommt vor in tier. Produkten (Lebertran, Leber, Butter, Eigelb) und als Provitamin vorgebildet im Karotin (Karotten, Gemüse, Beeren). Bei Mangel an A. tritt Schleimhautverhornung und Nachtblindheit ein. Tagesbedarf 0,1 bis 0,3 mg.

Axial-Turbine, **Axial-Pumpe**, das Arbeitsmittel strömt parallel zur Welle durch die Laufräder.

Axinit, triklines Mineral, $\text{Ca}_2(\text{Fe}, \text{Mn})\text{Al}_2\text{BH}(\text{SiO}_3)_4$, braun, grau, blau, selten rot, gelb; durchsichtig oder durchscheinend. Vorkommen auf Klüften kristalliner Schiefer, in kalkreichen kontaktmetamorphem Gesteinen.

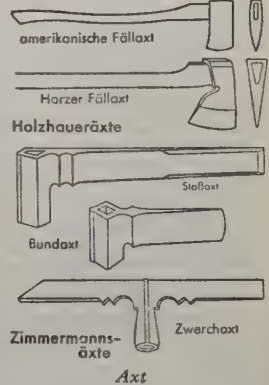
axiomatische Methode, Untersuchung der lo-

gischen Folgerungen aus Aussagen, unabhängig von der inhaltlichen Bedeutung der in den Aussagen auftretenden Begriffe. *Axiome* heißen die Aussagen einer mathemat. Theorie, aus denen die übrigen logisch ableitbar sind.

Axiometer, ein Gerät, das eine Anlaßvorrichtung mit der entfernt davon stehenden anzulassenden Maschine durch gelenkige Wellen verbindet; dient vor allem zum Betätigen der Rudermaschine vom Steuerstand auf dem Schiffsführungsstand aus. Es kann dann auch die Ruderlage anzeigen.

Axonometrie, Verfahren der darstellenden Geometrie, bei dem aus den Koordinaten einer räuml. Figur deren Parallelprojektion gewonnen wird.

Axt unterscheidet sich vom Beil durch schmalere Schneide, längeren Stiel (Helm, Holb, Holm), größeres Gewicht. Der Holzfäller benutzt die *Fäll-* und *Spaltaxt* und die



Axt zum Ausputzen von Zapfen und Zapfenlöchern.

azeotropes Gemisch, Gemisch von Flüssigkeiten, die durch Destillation nicht zu trennen sind, sondern bei einem bestimmten Mischungsverhältnis konstant siedet (z. B. Salzsäure).

Azetalddehyd, → Aldehyd.

Azetale, chem. Verbindungen, die durch Einwirkung von Alkoholen auf Aldehyde in Gegenwart von Chlorwasserstoff entstehen. Das gewöhnl. A. bildet sich aus Azetaldehyd und Alkohol nach der Gleichung: $\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{CH}_3\text{CH}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2 + \text{H}_2\text{O}$; es entsteht auch im Wein bei sehr langem Lagern.

Azetat, Chemiefasstoff, der durch Veresterung von Zellulose (meist → Linters) mit Essigsäureanhydrid in Eisessiglösung mit Hilfe von Katalysatoren gewonnen wird. Das Zelluloseazetat löst man in Azeton und Alkohol und verspinnt es nach dem Trockenspinnverfahren zu feinen Fäden. Es wird für hochwertige Waren, auch mit anderen → Chemiefasern gemischt, verarbeitet.

Azetate, Salze, auch Ester, der Essigsäure.

Azetat-Farbstoffe, organ. Farbstoffe zum Färben von Azetat und völyssynth. Chemiefasern. Bestimmte wasserunlösliche Azo- und Anthrachinonfarbstoffe lösen sich in Azetat und Fasern wie Nylon, Perlon, Pe-Ce-Faser, und geben dadurch mit diesen wahre Färbungen (Dispersionsfarbstoffe).

Azetessigester, *Azetylessigsäureäthylester*, eine fruchtartig riechende Flüssigkeit, die durch die Einwirkung von metallischem Natrium auf Essigester oder aus Diketen gewonnen wird. Der A. ist das bekannteste Beispiel einer tautomeren Verbindung (→ Tautomerie). Seinem Namen nach sollte ihm die Formel eines β-Ketosäureesters, $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-COOC}_2\text{H}_5$, zukommen. Er reagiert aber manchmal auch nach der isomeren *Enolform* $\text{CH}_2\text{-C(OH)=CH-COOC}_2\text{H}_5$. Der gewöhnl. A. ist ein Gemisch von Keto- und Enolform. Der A. ist eine sehr reaktionsfähige Verbindung, die als Ausgangsstoff für zahlreiche andere Körper (z. B. Antipyrin) dient. Die

freie *Azetessigsäure*, in der Medizin auch *Diazetsäure* genannt, findet sich im Harn Zuckerkranker als unvollständig abgebautes Stoffwechselprodukt.

Azetimeter, Gerät zum Messen des Essigsäuregehalts von Essig.

Azeton, *Dimethylketon*, *Propanon*, einfachstes Keton; eine farblose, brennbare Flüssigkeit, Siedepunkt 56°C. Holzessig wird mittels Kalkmilch in Kalziumazetat (essigsaurer Kalk) übergeführt. Aus ihm gewinnt man A. durch trockene Destillation. In einem anderen Darstellungsverfahren wird Essigsäure über erhitzte Metalloxide oder Karbonate geleitet. Außerdem kann es in einem einzigen Arbeitsgang aus Azetylen, Wasser und Luft gewonnen oder durch bakterielle Vergärung von Stärke hergestellt werden. A. dient als Lösungsmittel für Farben und Lacke, zur Quellung von Nitrocellulose, zur Herstellung von Isopropylalkohol, Chloroform, Jodoform, Sulfonal und anderen Stoffen.

Azetyl, $\text{CH}_3 \cdot \text{CO}-$, der Rest der Essigsäure. Die Einführung einer A.-Gruppe in eine chem. Verbindung (*Azetylierung*) erfolgt mit Azetylchlorid oder Essigsäureanhydrid.

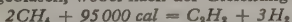
Azetylcholin, $[\text{CH}_3\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_3]\text{OH}$, Gewebshormon, entsteht bei der Erregung parasymphatischer Nerven (Vagusnerv), überträgt die Erregung auf das Erfolgsorgan (Skelett-Muskel); bewirkt in kleinsten Mengen Erweiterung der peripheren Blutgefäße, Herabsetzung des Blutdrucks, Verlangsamung des Herzschlages, Beschleunigung der Darmbewegung.

Azetylen, *Athin*, $\text{HC} \equiv \text{CH}$, ein gasförmiger Kohlenwasserstoff, das erste Glied der $\rightarrow$ Azetylene. Reines A. ist fast geruchlos, der üble Geruch des gewöhnl. A. stammt von giftigen Verunreinigungen; es ist giftig und brennt mit hellleuchtender Flamme. Gemische von A. und Luft sind außerordentlich explosiv, ebenso reines, unter Druck stehendes A. Von seinen Metallverbindungen (*Azetylenide*) sind das A.-Kupfer, C_2Cu_2 , und das A.-Silber, C_2Ag_2 , ebenfalls hoch explosiv.

Zur DARSTELLUNG von A. wird Kalziumkarbid durch Zusammenschmelzen von Kalk und Kohle im elektr. Ofen hergestellt; bei der Zersetzung mit Wasser liefert es A. nach der Formel:



Daneben ist in neuerer Zeit die thermische Zersetzung des Methans getreten. Methan wird mit sehr hoher Geschwindigkeit durch einen elektr. Lichtbogen geblasen, wobei nach der Gleichung

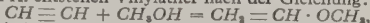


A. entsteht. Neben A. erhält man bei thermischer Zersetzung des Methans höhere Azetylene.

Im Handel wird A., gelöst in Azeton, in Stahlflaschen unter Druck geliefert.

Die VERWENDUNG von A. für Beleuchtungszwecke hat heute nur noch geringes Interesse. Große Mengen von A. werden beim autogenen Schweißen verbraucht. Bedeutung hat die Polymerisation des A. in Gegenwart von Kupferschwamm zu dem korkartigen *Cupren* und die Gewinnung von Ruß aus A. Als *Narcylen* findet reines A. zur Narkose Verwendung. In der chem. Industrie ist A. wegen seiner großen Reaktionsfähigkeit einer der wichtigsten Grundstoffe geworden. Durch Anlagerung von Chlorwasserstoff an A. wird Vinylchlorid, $\text{CH}_2 = \text{CHCl}$, gewonnen, das bei der Polymerisation die Kunststoffe vom *Igelit*-Typ liefert. Eine neue, außerordentlich bedeutungsvolle Entwicklung der techn. A.-Chemie (*Reppe-Chemie*) ist gekennzeichnet durch die Verwendung des A. zu Synthesen unter Druck. Zu den ausgearbeiteten Reaktionstypen gehört die der Addition von Halogenwasserstoff analoge Anlagerung von Alkoholen, Säuren u. a. an A., die zu wichtigen Vinylverbindungen für Polymerisations-Kunststoffe

führt (*Vinylierung*). Bei der Addition von Alkoholen an A. entstehen Vinyläther nach der Gleichung:



bei der Anlagerung von Karbonsäuren in entspr. Weise Vinyl ester. Eine andere technisch sehr wichtige Reaktion ist die Anlagerung von A. an ein oder zwei Moleküle Aldehyd, wobei unter Erhaltung der dreifachen Kohlenstoffbindung des A. *Azetylenalkohole* (*Alkinole*) entstehen (*Athinylisierung*, *Alkinolsynthese*). Die Alkinole sind wegen der großen Reaktionsfähigkeit der A.-Bindung Ausgangsprodukte für zahllose andere Stoffe, z. B. für Butadien und damit für Buna, ferner für Polyamid-Kunststoffe (Nylon, Perlon). Eine weitere Reaktion, die unter dem katalytischen Einfluß von Metallkarbonylen erfolgt, ist die Umsetzung des A. mit Kohlenoxyd und einem dritten Partner, z. B. Wasser oder Alkoholen (*Karbonylierung*). Sie führt bei Beteiligung des Wassers zu *Akrylsäure* (mit Alkoholen zu ihren Estern): $\text{CH} \equiv \text{CH} + \text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_2 = \text{CH} \cdot \text{COOH}$. Große Bedeutung hat auch die Polymerisation von vier Molekülen A. zum Zykloktetraen, die der Zusammenlagerung von drei Molekülen A. zum Benzol entspricht. Weitere techn. wichtige Reaktionen des A. sind die Anlagerung von Blausäure zum *Akrylsäurenitril* und die Zusammenlagerung von zwei Molekülen A. zum *Vinylazetylen*, die beide ohne Druck mit einem Kupferchlorid/Ammonchlorid-Katalysator verlaufen.

Azetylene, *Alkine*, Azetylen und seine Homologen, von der Formel $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$, z. B. Methylazetylen, $\text{CH}_3-\text{C} \equiv \text{CH}$.

Azetyllzellose, *Zelluloseazetat*, ein Gemisch, der Essigsäureester der Zellulose, erhalten durch Einwirkung von Essigsäureanhydrid oder Eisessig auf Zellulose in Gegenwart von Schwefelsäure als Katalysator. A. ist neben Zelluloseestern mit höheren Fettsäureestern Ausgangsstoff der Herstellung von *Cellit* (Handelsname), *Cellon* und $\rightarrow$ Azetat; mit Zellulosehydroazetaten werden *Azetatlacke*, Folien für die Verpackung von Lebensmitteln hergestellt.

Azide, die Salze der Stickstoffwasserstoffsäure, N_3H ; Sprengstoffe.

Azidität, Säuregehalt. **Azidimetrie**, Bestimmung des Säuregehalts einer Lösung durch Neutralisation mit einer gemessenen Menge Lauge.

Azimut, Winkel auf dem Horizontalkreis zwischen Meridian und Höhenkreis eines Sterns, gezählt über WNO ($\rightarrow$ astronomische Koordinaten).

Azimutalprojektion, $\rightarrow$ Kartenprojektion.

Azine, heterozykl. Verbindungen mit N-Atomen im Ring (z. B. Pyridin). *Thiazine* enthalten außerdem Schwefel, *Oxazine* Sauerstoff im Ring.

Azinfarbstoffe, ältere Vertreter der Teerfarbstoffe, in denen Benzol- und Naphthalinkerne durch zwei Stickstoffatome miteinander verknüpft sind. Zu ihnen gehören die Eurlhodine, Eurlhodole, Safranine, Induline, Rosinduline, Nigrosine u. a.

Azoverbindungen, organ. Verbindungen mit der Gruppe $-\text{N}=\text{N}-$; wichtigste Vertreter sind die *Azofarbstoffe*. Sie entstehen aus Azobenzol durch Hinzutritt basischer oder saurer Gruppen (Aminozoo- und Oxazofarbstoffe) und Kupplung von Azohalogenalsen mit Phenolen oder Aminen in saurer oder basischer Lösung.

Azurit, *Kupferlasur*, monoklines Mineral der Zusammensetzung $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$, bildet dunkelblaue, kurzsäulige Kristalle; Kupfererz.

azyklische Verbindungen, organ.-chemische Verbindungen ohne Ringbildung. $\rightarrow$ Kohlenstoffverbindungen.



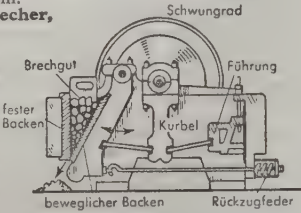
B, 1) Abk. für Baumégrad auf dem Aräometer.
2) chem. Zeichen für → Bor. **b**, Abk. für → Bar.

Ba, chem. Zeichen für → Barium.

Babinet'sches Theorem, **OPTIK**: In einem parallelen Lichtbündel entsteht hinter einem ebenen Schirm bestimmter Gestalt im wesentlichen dasselbe Beugungsbild wie hinter einer Öffnung gleicher Gestalt und Größe in einem ausgedehnten, ebenen Schirm.

Backenbrecher,

Maschine zum Vorzerkleinern von Gestein bis auf halbe Faustgröße zwischen einem festen und einem durch Kurbeltrieb bewegten Hartstahl-Backen.



Backenbrecher

Backenfutter, **Fertigungstechnik**: eine Vorrichtung zum → spannen von Werkstücken.

Backofen, → Brot.

Backpulver, Backtreibmittel zum Lockern des Teiges, meist eine Mischung von doppeltkohlensaurem Natrium mit sauren Salzen, z.B. Weinstein, oder saurem Natriumpyrophosphat.

Backtag, schräg nach hinten gehendes, zur Befestigung des Mastes dienendes Tau. **Backtagbrise**, günstiger Segelwind aus rückwärtigen Richtungen.

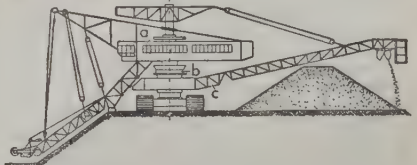
Backstein, der gewöhnliche, aus Ton gebrannte → Ziegel. **Backsteinbau**, Bau aus B. oder Klinkern, nicht verputzt, sondern nur ausgefugt; bes. verbreitet an der Nord- und Ostsee.

Bad, 1) Einrichtung zur Körperreinigung und -pflege, für Heilzwecke und sportliche Betätigung. Das Haus-B. enthält entweder eine Brause oder eine Vollwanne (100–150 l Inhalt) mit Brausegerät und ein Waschbecken; Sitzwannen haben sich nicht bewährt. Trennung von B. und WC ist zu empfehlen und bei mehr als 4 regelmäßigen Benutzern notwendig. Das Warmwasser wird in Wandbadeöfen mit Gas- oder Brikettfeuerung bereitet oder einem elektr. Speicher entnommen. – Öffentliche B. werden als **Hallen-B.** mit sportgerechtem Schwimmbecken oder als sommerliches **Frei-B.** mit zusätzlichem **Sonnen-B.**, Liegewiesen usw. angelegt; dem **Hallen-B.** wird oft eine **Wannen-B.-Anstalt** angegliedert. Alle neueren Schulen und viele Industriebetriebe haben eigene **Brausebäder**. – Eine sehr alte Sonderform ist das **Schwitz-B.**, heute als **Sauna** beliebt. **2)** **chemisches Bad**, Lösung von Elektrolyten, Farbstoffen u. a. in Behältern, gebräuchlich bei der elektrochem. Industrie, Färberei u. a. **3)** **Heizbad**, chem.-techn. Einrichtung zur gleichmäßigen Erwärmung eines Stoffes bei bestimmter Temperatur (**Dampf-B.**, **Sand-B.**, **Öl-B.**).

Bagger, Baumaschine zum Abtragen von Erdmassen, Geröll, Kies, Schutt, Kohlen im Tagebau usw., an Land (**Trocken-B.**) oder in nicht zu tiefen Gewässern (**Naß-B.**). **Trocken-B.** fahren entweder auf fester Gleisanlage, oft mit Gleisrückvorrichtung, oder auf Raupenketten; der Oberbau ist fest oder auch schwenkbar. **Naß-B.** sind in Schiffskörper eingebaut.

Der **Eimerketten-B.** besitzt eine mit Schürfeimern besetzte endlose Kette, die an der heb- und senkbaren Eimerleiter umläuft und an ihrem oberen Ende (Oberturas) angetrieben wird; sie ist straff oder nach unten lose durchhängend geführt. Die Eimerleiter kann durch Panierstücke einfach oder mehrfach geknickt sein, so daß auch grabenähnliche Profile ausgehoben werden können (Kanalbaggerung). Ihr Gewicht ist durch ein Gegengewicht auszugleichen. Die Kette wird durch einen Dampf-, Elektro- oder

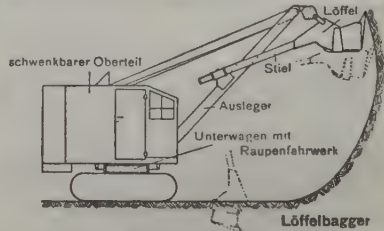
Dieselmotor oder auch dieselektrisch angetrieben; Förderleistung bis 2000 m³/h (im Braunkohlenbergbau). Beim **Schräm-B.**, mit dem man anstehende harte Braunkohlenwände abträgt, sind die Eimer durch Kratzseisen ersetzt.



Bagger 1: Eimerkettenbagger; a schwenkbarer Oberteil, **b** feststehende Säule, **c** schwenkbarer Bandausleger.

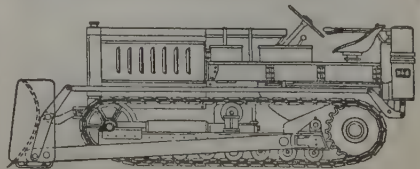
Der **Saug-B.** saugt durch eine oder mehrere Pumpen ein Gemisch aus Wasser und festen Teilen (Sand, Kies) vom Grund eines Gewässers ab. Bei hartem Boden dreht sich vor dem Saugrohr ein Schneidkopf zum Lockern des Materials. Förderleistung bis 5000 m³/h. Dieselbe Arbeitsweise wendet man auch zum Entladen von Sand und Kies aus Schutten an (**Schutensauger**).

Der **Löffel-B.** hat einen auf dem Fahrwerk schwenkbaren Oberteil mit einem Ausleger, an dem durch einen Stiel das Grabgefäß (Löffel) angesetzt ist. Der Löffel wird an die abzutragende Wand vorgestoßen und durch eine Seilwinde hochgezogen, wobei große Reißkräfte entwickelt werden, die das Abtragen härtester Böden und sogar lockerer Sedi-



Bagger 2: Löffelbagger

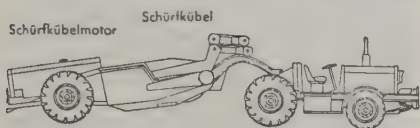
mentgesteine ermöglichen. Die heutigen Löffel-B. sind meist **Universal-B.** (Umbau-B.), bei denen durch Auswechseln von Teilen und Zusatzeinrichtungen zahlreiche Formen möglich sind: **Hochlöffel**-, **Tiefelöffel**-, **Greif**-, **Schleppschaukel**-, **Planierbagger**, **Verladekran**, **Hochbaukran**, **Ramme**, **Stamper**. Zum Ausheben von Baugruben, Gewinnen von Sand und Kies, Räumarbeiten ist der **Greif-Bagger** verbreitet, bei dem ein Greifer das Material aufnimmt. Eine Vereinigung des Eimerketten- und des Löffel-B. ist der **Schaukelrad-B.** er hat mehrere (6 oder 8) Eimer. Der Oberteil ist auf dem Raupenwagen schwenkbar. Förderleistung bis 3500 m³/h, Gewicht bis 6200 t. Für Tagebauarbeiten werden gelegentlich **Schleppschaukel-B.** verwendet, bei denen am Ausleger eine Schleppschaukel in Seilen



Bagger 3: Planierbagger

hängt und durch ein Zugseil bei Füllung an die Maschine herangezogen wird.

Die *Seil-B.* verwenden Seile zum Bewegen eines Grabgefäßes (Kübel). Die einfachste Form ist der *Schrapper*, bei dem der vorn offene Kübel in ein Seil eingeschaltet ist, das den Kübel auf dem Erdboden entlang zieht. Beim *Kabel-B.* hängt an einem



Bagger 4: Motorschürfwagen

schrägen Tragsseil über der Aushubstelle ein vorn und oben offener Kübel, der durch ein Zugseil bewegt wird. Eine Vereinigung von Schrapper und Kabel-B. ist der *Tragsseilschrapper* mit zwei straff nebeneinander ausgespannten Tragsseilen. Der vorn offene Kübel mit Bodenklappe wird beim Füllen durch ein Zugseil ohne Laufkatze auf dem Erdboden entlanggezogen. Sonderformen nach ähnl. Verfahren sind der *Pendelschraper*, der *Steilschleppschrapper* und der *Kippschraper*.

Flach-B. sind als Raupenschlepper mit Brustschild ausgebildeten *Planiermaschinen*, die bis zu $\frac{1}{2}$ m Boden abheben können, sowie die *Anhänge-* und die mit eigener Kraft fahrenden *Motorschürfwagen* mit einem Schürfkübel (etwa 12 m³ Inhalt).

G. GARBOTZ: Baumaschinen u. Baubetrieb Bd. 1 (*1957), Bd. 2. (*1958).

Bahn, 1) VERKEHRSTECHNIK: Schienenfahrzeug, → Eisenbahn, → Straßenbahn. **2) PHYSIK:** der aus einzelnen Ortsbestimmungen erschlossene Weg eines Körpers im gewöhnlichen dreidimensionalen Raum. Im vierdimensionalen Raum-Zeit-Kontinuum wird die B. zur Weltlinie (→ Welt). In der Quantenmechanik ist der B.-Begriff nur näherungsweise anwendbar (→ Unschärferelationen). **3) MASCHINENBAU:** Führungseilefläche an Maschinen.

Bahnbetriebswerke, Anlagen zur Pflege und Behandlung der Fahrzeuge.

Bahnelemente, die 6 voneinander unabhängigen Bestimmungsstücke, die aus Positionsbeobachtungen berechnet werden (*Bahnbestimmung*) und mit deren Hilfe Ort, Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit eines Planeten oder Kometen jeder-

zeit angegeben werden können: Zeitpunkt des Periheldurchgangs (T), Knotendistanz des Perihels (ω), Länge des aufsteigenden Knotens (Ω), Bahnneigung gegen die Ekliptik (i), Exzentrizität (e), Periheldistanz (q). Statt der Periheldistanz wird bei ellipt. Bahnen oft die halbe große Achse (a) angegeben.

Bahnhof, Anlagen für den Personen- und Güterverkehr im Eisenbahnbetrieb.

Personen-B. Nach ihrer Lage zum Bahnnetz sind zu unterscheiden: *End-B.* (BILD a und f) als Ausgangs- und Endpunkte des regelmäßigen Zugbetriebes, und *Zwischen-B.* (b bis e). Letztere können sein: *Haltepunkte* ohne Abzweigung (b), *Anschluß-B.*, wo eine Bahnlinie an eine durchlaufende anschließt (c),

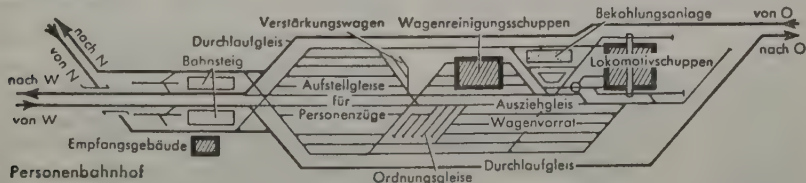


Lage zum Bahnnetz

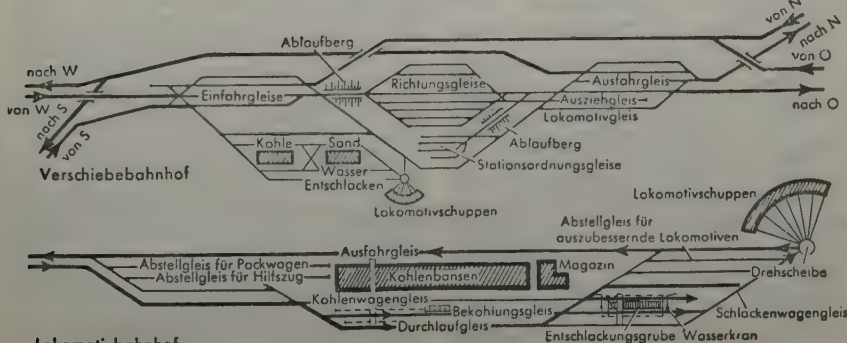


Durchgangsbahnhof

Kreuzungs- oder Übergangs-B., wo zwei Linien sich schneiden und gesondert weiterlaufen (d), *Knotenpunkt-B.*, wo mehrere Linien zusammenlaufen oder sich kreuzen (e). Hinsichtlich der Grundrißform unterscheidet man *Kopf-B.* und *Durchgangs-B.* (BILD). Bei *Kopf-B.* endigen die Hauptgleise stumpf. Dies bedingt einen störenden Richtungswechsel aller Züge, aber heute bei Fernsteuerung (Lok kann auch am Schluß des Zuges bleiben) nicht mehr unbedingt das Umsetzen der Lokomotiven. Von Durchgangs-B. gibt es drei Arten: 1) den eigentl. Durchgangs-B. mit seitwärts gelegenen Empfangsgebäude, 2) den *Keil-B.* am Vereinigungspunkt zweier aus verschiedenen Richtungen kommenden Bahnhöfen, 3) den *Insel-B.* bei inselartiger Umschließung des Empfangsgebäudes. Bei großen B. kommt bisweilen der *vereinigte Kopf- und Durchgangs-B.* vor. Die endigenden Züge laufen hier in Straßenhöhe auf Stumpfgleisen ein, während die andern auf erhöhter Fahrbahn durchgeführt wer-



Personenbahnhof



Lokomotivbahnhof

den. Eine als **Turn- oder Brücken-B.** bezeichnete Form weisen manche Kreuzungs-B. auf; die durchlaufenden Bahnhöfen liegen nicht in gleicher, sondern kreuzen sich in verschiedener Höhe mittels Brücken.

Abstell-B. stehen in unmittelbarer Verbindung mit den Personen-B. und dienen zum Aufstellen und Bilden von Personenzügen.

Güter-B. dienen zum Beladen und Entladen von Güterwagen. Für die Annahme, Ausgabe oder Umladung von Stückgütern besitzt der B. besondere Güterschuppen, für die Beladung oder Entladung Freiladestraßen (Freilade-B.), z. T. auf besonderen Laderampen für Vieh, schwere Güter und Fahrzeuge.

In **Verschiebe- oder Rangier-B.** laufen die Güterzüge aus allen Richtungen zusammen, werden zerlegt und entsprechend ihrer Ziel-B. neu zusammengestellt. Auf **Flach-B.** werden die Züge von einer Lokomotive über einen Ablaufberg gedrückt, die Wagen rollen in die verschiedenen Richtungsgleise und werden nach erneuter Umbildung, in der Reihenfolge der an einer Strecke angelaufenen Ortschaften geordnet, zu neuen Güterzügen zusammengestellt. Auf **Gefäll-B.** werden die Bewegungen der Wagen ohne Rangierloks durch das Gefälle ausgelöst.

Lokomotivbahnhöfe sind Anlagen für die Aufnahme und Betriebsstoffversorgung von Lokomotiven (Bekohlung, Wasseraufnahme, Entschlackung, Auftanken).

Sonderformen: **Vieh-B.** sind gekennzeichnet durch lange Ladegleise mit Laderampen. Dazu kommen Entseuchungsanlagen. **Industrie-B.** sind Anlagen großer industrieller Unternehmen. In **Hafen-B.** werden die einlaufenden Wagen für den Umschlag zwischen Schiff und Eisenbahn geordnet. W. MÜLLER: B.-Anlagen u. Fahrdynamik, 2 Bde. (1950, 1953).

Bahnkrone, beim Eisenbahnoberbau die Fläche in Höhe der Oberkante der Schwellen.

Bahnmetall, bei Eisenbahnfahrzeugen verwendetes Lagermetall, eine Bleilegierung mit Zinn, Zink, Kadmium, Lithium u. ä.

Bahnwiderstand, in einem Halbleiter (Diode, Transistor) der Ohmsche Widerstand des Halbleiterkörpers selbst bis zur Sperrschicht.

Bajonettverschluss, leicht lösbare Verbindung von Stangen, Rohren oder Hülsen. Der eine Teil trägt eine oder mehrere Klauen *K*, die in entsprechende Längsnuten *I* am ausgebohrten Ende des andern Teils eingeschoben und dann in einer Ringnut *r* bis zum Anschlag verdreht werden.

Die **Bajonettfassung** für elektr. Glühlampen – nach ihrem Erfinder auch **Swanfassung** genannt – bewirkt den Kontakt des Lampensockels (**Bajonettsockel**) mit den herangeführten Leitungsenden durch B.

Bake, 1) fest an Land stehendes Seezeichen aus Holz oder Stahl zur Kennzeichnung des Fahrwassers im Schiffsverkehr; 2) Absteckpfahl, Merkzeichen bei (nautischen) Vermessungen; 3) **EISENBAHN:** Tafeln mit 1, 2 und 3 schrägen schwarzen Strichen auf weißem Grund, die in Abständen von 100, 175 und 250 m vorm Vorsignal (→ Signaltechnik) stehen und dieses dem Lokomotivführer anzeigen sollen. Vor schienenähnlichen Bahnübergängen werden beiderseits der Straße B. mit 1, 2 und 3 roten, rückstrahlenden Schrägstrichen auf weißem Grund in Abständen von 80, 160 und 240 m vor dem Übergang aufgestellt.

Baker-Nunn-Kamera, eine Spezialkamera mit einem Spiegel von 50 cm Durchmesser und 50 cm Brennweite, die scharfe Bilder über ein Gesichtsfeld von 30° gibt. Zur Zeit sind 12 B.-N.-K. im Einsatz.

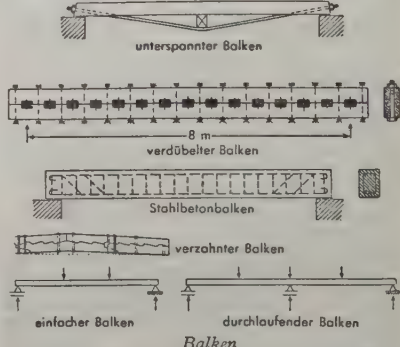
Bakteriologie, technische, die Ausnutzung von Mikroorganismen, z. B. Hefe, für die Gewinnung von Chemikalien, Antibiotika, Lebensmitteln u. a.

BAL, Abkürzung für Britisches Anti-Lewisit, chemisch 2,3-Dithiopropional, $CH_3SH-CHSH-CH_2OH$, Gegenmittel gegen Vergiftungen mit Chlorvinylarsindichlorid (Lewisit).

Balata, aus dem Milchsaft tropischer Bäume gewonnener Stoff, der dem Kautschuk ähnlich ist und auch chemisch nahesteht, aber wegen seines hohen Harzgehaltes härter und weniger elastisch ist. B. dient z. B. zur Herstellung von Treibriemen und als Ersatz für Guttapercha.

Baldriansäure, die → Valeriansäure.

Balken, vierkantig gesägte Bauhölzer mit über 18 cm Höhe (DIN 4070), die meist waagrecht verlegt, durch lotrechte Lasten auf Biegung beansprucht werden. Hauptanwendung in **Holzbalkendecken**. Außer einfachen B. gibt es verstärkte B. wie



unterspannte B. und verdübelte B. Im übertragenen Sinne auch Träger aus anderen Baustoffen, soweit sie überwiegend auf Biegung beansprucht werden, z. B. **Stahlbetonbalken**. Im Sinne der STATIK heißt B. ein Träger, der auf 2 (**einfacher B.**) oder mehreren (**durchlaufender oder kontinuierlicher B.**) Auflagern ruht und überwiegend auf Biegung beansprucht ist.

Balkon, nicht überdeckter, auskragender Freiluftsitzplatz in den oberen Geschossen des Hauses, getragen von Trägern aus Holz, Stein, Stahl oder Stahlbeton; muß in Deutschland Geländer oder Brüstung von mindestens 90 cm haben.

Ballas, → Diamant.

Ballempfänger, hochwertiger Spezial-Rundfunkempfänger für den drahtlosen Empfang (statt über Rundfunkkabel) von Rundfunkprogrammen anderer Sender zum Zweck der Wiederausstrahlung über den eigenen Sender.

Ballistik, die Lehre von der Bewegung geworfener und geschossener Körper, insbes. die Lehre von der Geschößbewegung. Die **innere B.** beschäftigt sich mit den Vorgängen im Lauf (Dynamik der Pulvergase), die **äußere B.** behandelt die Geschößbahn nach Verlassen des Rohres (Einfluß der Schwerkraft und vor allem des Luftwiderstandes). Zur inneren B. gehört die Mechanik des Geschützes (Rückstoß), zur äußeren die Lehre von der Treffwahrscheinlichkeit.

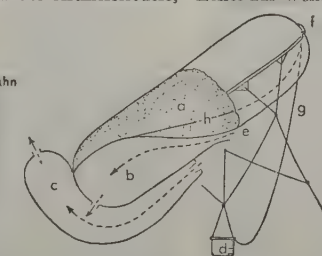
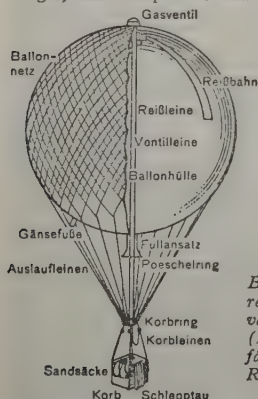
Ballistische Kamera, eine photograph. Kamera vom Öffnungsverhältnis 1:2 und 600 mm Brennweite zur Aufnahme der Flugbahnen von Raketen und Raumfahrzeugen. Mehrere Kameras werden hierfür längs der Raketenflugstrecke aufgestellt.

Balloelektrizität, tritt auf, wenn bei plötzlicher Zerstäubung oder Zerkleinerung flüssiger oder fester Körper die Ladungen getrennt werden, z. B. bei Wasserfällen (**Wasserfall-Elektrizität**).

Ballon, 1) geschlossene, gasdichte Hülle zur Aufnahme von Gasen.

Der **Freiballon** ist bemannt, er diente früher zu meteorolog. Forschungs-, sportlich zu Ziel- und Weitaufträgen, hat heute seine Bedeutung fast ganz verloren. Der Tragkörper besteht aus → **Ballonstoff** und ist mit einem Gas gefüllt, das leichter als Luft ist (Wasserstoff, Leuchtgas), so daß der B. einen → **Auftrieb** erfährt. Der Füllansatz wird vom Pöschelring offen gehalten, damit das Gas bei Ausdehnung ausströmen und beim Sinken Luft eindringen kann und der B. prall gefüllt bleibt. Ein Ventil am oberen Pol des Tragkörpers dient zum Ablassen des Gases durch Ziehen an der Ventilleine. Ein langer Schlitz in der Hülle ist mit einem Stück Ballonstoff, der Reißbahn, zugeklebt; diese wird bei der Landung mit der Reißleine losgerissen. Ein Netz verteilt das Gewicht des Korbes auf die ganze Hülle. Der Korb, der Menschen und Ballast aufnimmt, besteht aus Weidenholz oder span. Rohr, das den Stößen bei der Landung gewachsen ist, beim Stratosphären-B. ist er ersetzt durch eine metallische luftdichte Kabine.

Der **Fesselballon** wird an einem Drahtseil oder Kabel mit einer Winde hochgelassen. Er hat meist stromlinige Gestalt und wird, außer durch den statisch. Auftrieb des Traggases, auch durch den dynamischen Auftrieb des Windes gehoben. Er besitzt im Inneren nach Art der Prallluftschiffe einen oder mehrere Luftsäcke (**Ballonnetts**), die dem Tragkörper bei Zusammenziehung oder Ausdehnung des Traggases eine pralle Form erhalten dadurch, daß sie ständig durch den Wind unter Druck gehalten werden. Durch drei Stabilisierwülste am hinteren Ende wird erreicht, daß sich der Fesselballon mit seinem Bug von vornherein der Windrichtung entgegenstellt und ohne Unruhe in dieser Stellung verbleibt. Fessel-B. dieser Art werden verwendet in Größen von 600 bis 1500 m³ zur Beobachtung der Küstenschifffahrt und (bis Ende des ersten Weltkrieges) der Kampffront und des Artilleriefeuers,



Ballon: links Aufbau eines Freiballons, rechts eines Fesselballons (Bauart Parseval-Lipsfeld); a Gasraum, b Ballonnet (Luftsack), c Steuersack, d Korb, e Windfänge, f Gasventil, g Manövrierleine, h Regulierleine, die das Ballonnet mit dem Gasventil verbindet.

als unbemannte Sperrballone in Größen von 160 bis 200 m³ zur Sicherung gegen Flugzeugangriffe. **Lenkballone**, früher für → **Luftschiiff**.

2) **CHEM. TECHNIK:** große bauchige Glasflasche von etwa 50 l Inhalt zum Transport starker Mineralsäuren u. dgl. Man setzt sie zum Schutz gegen Bruch in starke Weidenkörbe ein.

Ballonreifen, → **Luftreifen**.

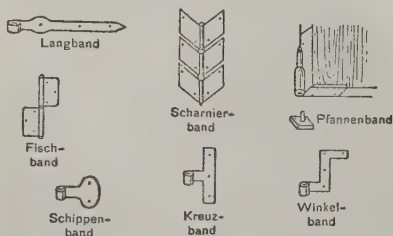
Ballonstoff, sehr feiner und gasdicht gummierter Stoff aus Baumwolle, Seide oder Chemiefaser für Ballon- und Luftschiiffhüllen.

Balmerformel, **Balmerreihe**, → **Serie**.

Bananenröhre, eine Kathodenstrahlröhre für die Wiedergabe von farbigen Fernsehbildern mit nur einem Elektronenstrahl. Der Leuchtschirm der B. besteht aus drei schmalen, in Längsrichtung nebeneinander liegenden Farbstreifen in den drei Primärfarben. Der Elektronenstrahl wird für jede Zeile über den schmalen Leuchtschirm geführt

und senkrecht auf diesen abgelenkt. Durch drei um die Röhre rotierende Zylinderlinsen wird der schmale Leuchtschirm für den Betrachter gedehnt.

Band, 1) WEBEREI: Schmalgewebe, das mit beidseitig festen Kanten als **Webband** auf Bandwebstühlen gewebt, mitunter auch aus Breitgeweben geschnitten wird (**Schnittband**), wobei dann die Kantenfäden durch Falzen oder Verkleben befestigt werden müssen. **Gummielastische B.** haben eingewebte Gummi-Kettfäden. Weitere Spezialitäten stellen Samtbänder in Kettamt-Technik sowie **Hohl- und Schlauchbandartikel** dar.



Baubänder

2) **BAUFACH:** Beschläge (Baubeschläge) an Türen und Fenstern, mit denen die Flügel am Rahmen drehbar befestigt sind. Die häufigsten Arten sind: das kurze oder lange **gerade B.**, das **Kreuzband**, das aufgelegte oder eingelassene **Winkelband**, das **Aufsatzband**, das eingestemte **Fischband**, das **Scharnierband**, das **Pfannenband**, das **Bommerband**. Auch eine Leiste zur Wandflächengliederung.

3) **ELEKTROAKUSTIK:** **Ton-B.**, **Schall-B.**, ein Schallträger, → **Magnettonverfahren**, → **Nadeltonverfahren**. Der **Bandspieler** dient zum Abtasten solcher Bänder (z. B. Magnetongerät).

4) **NACHRICHTENTECHNIK:** **Frequenzband**, ein relativ zur Höhe der Frequenzen kleiner Frequenzbereich. **Bandbreite**, die Größe des von einem Filter durchgelassenen Frequenzbereichs, gemessen in $1/\sqrt{2} = 0,71$ -facher Höhe der Frequenzkurve. **Bandbreiteregulierung**, in Rundfunkempfängern meist mit einem besonderen Bedienungsknopf (selten selbsttätig), um das günstigste Verhältnis zwischen großem Tonumfang (breites B.) und großer Trennschärfe (schmales B.) herstellen zu können. **Banddehnung**, **Band-**

spreizung, das Auseinanderziehen der Kurzwellenbänder auf einen größeren Einstellbereich des Abstimmittels (z. B. Drehkondensators) und der Skala zur Eliminierung des Auffindens der Sender und des Abstimmens. **Bandfilter**, **Koppelfilter**, ein elektr. Filter aus zwei oder mehr induktiv oder kapazitiv miteinander gekoppelten Schwingungskreisen zum Aussieben eines Frequenzbandes. Ein **Bandpaß** läßt ein Frequenzband hindurch, während eine **Bandsperr** es sperrt.

H. PITSCH: Lehrb. d. Funkempfängertechnik Bd. 1 (*1963), Bd. 2 (1960).

5) **B.**, **laufendes Band**, **Fließband**, → **Fließarbeit**.



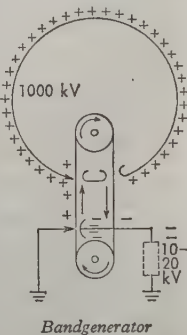
Bandfilter

Bandeisen, Bandstahl, dünnes, in Bandform ausgewalztes Eisen.

Bändertön, Schmelzwasserablagerung mit regelmäßigem, jahreszeitlich bedingtem Wechsel von Feinsand- und Tonlagen, hat in Skandinavien die genaue Datierung des Endes der Vergletscherung an vielen Punkten des Landes ermöglicht.

Bänderung, rhythmischer Sedimentationswechsel in der stofflichen Zusammensetzung oder Korngesellschaft eines Sediments.

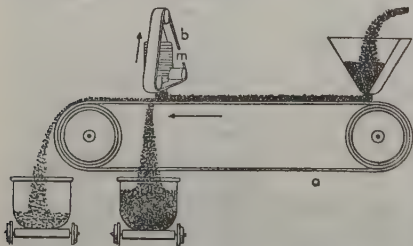
Bandgenerator, ein Gerät zur Erzeugung von Hochspannungen bis zu mehreren Millionen Volt bei Leistungen bis zu rund 1 kW, erstmals von dem amerikanischen Physiker VAN DE GRAAFF 1931 im Massachusetts Inst. of Technology gebaut. Der B. stellt eine Weiterentwicklung der früher viel verwendeten Influenzmaschinen dar: ein isoliert aufgestellter Konduktor wird durch ein über Rollen laufendes endloses Band aus biegsamem Isoliermaterial aufgeladen, das durch Influenz oder Spitzenwirkung an Stellen niederen Potentials elektrische Ladung aufgenommen hat. Wegen seiner hohen Spannungskonstanz, die mit relativ einfachen Mitteln zu erzielen ist, stellt der B. („Van de Graaff“) ein wichtiges Hilfsgerät der kernphysikalischen Meßtechnik dar. Kleinstausführungen werden auch als Lehrspielzeug hergestellt.



Bandgenerator

Bandhaken, Werkzeug, mit dem der Böttcher die Reifen über das Faß zwingt.

Bandholz, zu halbrunden Bändern gespaltene Ruten z. Herstellung von Holzstiften, z. Binden von Fässern, Kisten u. dgl.

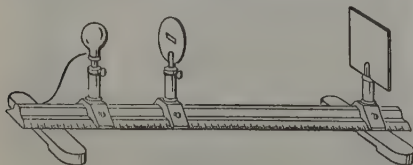


Bandscheider: a, b Förderbänder, m Magnetpol.

Bandscheider, Einrichtung bei der Erzaufbereitung, um magnet. Mineralien von unmagnet. auf trockenem Wege zu trennen, wird bes. bei Zinn- und Wolframerzen angewendet.

Bandschleifmaschine, Werkzeugmaschine zum Schleifen von Holz oder Metallen zur Oberflächenbehandlung, bei der ein mit Schleifkorn versehenes Band über mindestens zwei Scheiben umläuft.

Bank, 1) GEOLOGIE: Bankung, Absonderung von Sedimentgesteinen mit Schichtfugen zwischen 20 cm bis 2 m Abstand.



Bank

2) OPTIK: Gerät zur Ausführung optischer Messungen, auf dem sich Linsen, Blenden, Spiegel, Lichtquellen u. dgl. meßbar verschieben lassen.

Bankeisen, Flacheisen mit Spitze zum Befestigen von Pfosten, Brettern, Fenster- und Türrahmen an der Mauer.

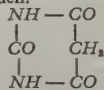
Bankett, 1) auch → Berme, waagerechter Böschungsausschnitt eines Damms oder Einschnitts. 2) Streifen neben der Fahrbahn einer Straße zum Lagern von Baustoffen oder als Fuß- oder Radweg. 3) Absatz der Grundmauer gegen die aufgehende Wand eines Gebäudes.

Bar, abgek. b, metrische Maßeinheit des → Drucks. $1 \text{ b} = 10^5 \text{ dyn/cm}^2 = 750,062 \text{ Torr} = 1,019716 \text{ at} = 0,986923 \text{ atm}$.

Bär, 1) eiserner Block bei Rammen zum Eintreiben von Pfählen (Rammbär) oder Zerkleinern (Schlagbär), Hammerklotz bei Dampfhammern. 2) Großer und Kleiner B. (oder Wagen), Sternbilder am nördl. Himmel. Legt man durch die Sterne α und β des Großen B. eine gerade Linie und verlängert sie über α hinaus etwa fünfmal um die Strecke $\alpha\beta$, so trifft sie den Polarstern, den Stern α des Kleinen B. Der Stern ζ des Großen B. ist ein mit bloßem Auge erkennbarer Doppelstern, *Mizar* und *Alkor* (Reiterlein).

Baracke, ein aus Holz, Wellblech oder Stein bestehendes, meist einstöck., nicht unterkellertes Bauwerk zur behelfsmäßigen Unterbringung von Personen (Wohn-B.) oder Gegenständen.

Barbitursäure, Malonyl-harnstoff. Von ihren Derivaten sind bes. bedeutsam die als Schlafmittel und Narkotika vielgebrauchten Alkyl-B.



Barchent, flanellähnliches Baumwollgewebe in Körper- (Körper-B., *Croisé-B.*, *Finette*) oder Atlasbindung (Atlas-B.) mit pelzartig aufgerauhter Rückseite.

barisches Windgesetz: in der freien Atmosphäre weht der Wind nahezu parallel zu den Isobaren (geostrophischer Wind), wobei der tiefere Druck auf der Nordhalbkugel links, auf der Südhalbkugel rechts bleibt. In Bodennähe wird der Wind durch die Reibung etwas zum tiefen Druck hin abgelenkt.

Barium, Ba, chem. Element, Erdalkalimetall; Ordnungszahl 56, Massenzahlen 138, 137, 136, 135, 134, 130, 132, Atomgewicht 137,34; Schmelzpunkt 710°C , Siedepunkt 1638°C , Dichte $3,5 \text{ g/cm}^3$. **Vorkommen**: Die feste Erdkruste enthält rd. 0,04 Gewichtsprozent B. in chem. gebundener Form. Die wichtigsten B.-Mineralien sind Schwefspat (B.-Sulfat, BaSO_4) und Witherit (B.-Karbonat, BaCO_3). Rein dargestellt wird B. aus B.-Karbonat durch Überführen in B.-Oxid, BaO , danach Reduktion und Destillation. **Verwendung**: B. und B.-Legierungen als Getriebelegierungen, B.-Oxid, gemischt mit anderen Erdalkalioxyden als Kathodenüberzug in Elektronenröhren; als Zusatz zu Nickellegierungen. Von den Verbindungen wird B.-Peroxid u. a. bei Thermitschweißung und zur Herstellung von Wasserstoffperoxid, B.-Sulfat zur Herstellung von Kontrastbrei in der Röntgendiagnostik, als Ausgangsstoff bei der Herstellung weißer Anstrichfarben, als Füllmaterial bei der Fabrikation von Linoleum, Pappe, weißem Kunstdruckpapier u. dgl., B.-Chromat, BaCrO_4 , zur Herstellung von gelben, B.-Manganat, BaMnO_4 , zur Herstellung von grünen Malerfarben verwendet. B.-Salze, z. B. B.-Nitrat, $\text{Ba(NO}_3)_2$, oder B.-Chlorat, $\text{Ba(ClO}_3)_2$, färben die Flamme grün, Verwendung in Feuerwerkskörpern. B.-Platinzyanid, $\text{BaPt(CN)}_6 \cdot 4 \text{ H}_2\text{O}$, ist der Hauptbestandteil des Anstrichs von Leuchtschirmen für Röntgenuntersuchungen. B.-Verbindungen spielen auch in der keram. Industrie eine bedeutende Rolle. – Alle lösl. B.-Salze sind giftig.

Barkasse, der größte Beibootstyp auf Kriegsschiffen, meist mit Motorantrieb. Eine B. nimmt bis zu 120 Mann auf.

Barkhausen, Heinrich, * 1881, † 1956; Prof. in Dresden, arbeitete über Elektronenröhren und elektr. Schwingungen (Barkhausen-Kurz-Schwin-

gungen 1920). 1919 entdeckte er den *Barkhausen-Effekt*: bei der Magnetisierung von Eisen u. a. ferro-magnet. Stoffen stellen sich die Elementarmagnete nicht stetig in die durch das äußere Feld gegebene Richtung ein, sondern klappen in verschiedenen großen Gruppen plötzlich und unregelmäßig in die neue Lage um. Umgibt man das Eisen mit einer Spule, so wird in ihr bei jedem Magnetisierungssprung (Barkhausensprünge) ein Spannungsstoß erzeugt, der sich nach hinreichender Verstärkung im Lautsprecher als Knacken hörbar oder im Oszillographen als Zacken sichtbar machen läßt.

Barn, Flächeneinheit für die Wirkungsquerschnitte von Atomkernen und Elementarteilchen; $1 \text{ B.} = 10^{-24} \text{ cm}^2$.

Barnett-Effekt: ein in schnelle Rotation versetzter Eisenzylinder wird magnetisch (S. J. BARNETT, 1914). → Elementarmagnete.

Barometer, Gerät zur Messung des Luftdrucks durch Verschiebung einer Flüssigkeitssäule (Quecksilber-B.) oder durch Verformung einer elastischen Blechdose (Aneroid-B.). Siede-B., → Hypsometer.

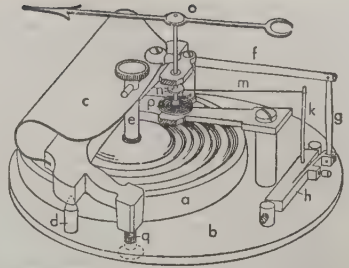
Ein B. nach Art des Quecksilber-B. erhält man, wenn man eine mit Flüssigkeit vollständig gefüllte, einseitig geschlossene Röhre mit der (zeitweilig geschlossenen) Öffnung nach unten in eine offene Flüssigkeit stellt. In der Röhre fällt dann die Flüssigkeit so weit, bis der Druck der verbleibenden Säule gleich dem äußeren Luftdruck ist. Für Quecksilber ist die Säule etwa 76 cm, für Wasser etwa 10 m hoch; daher benutzt man Quecksilber-B. und gibt den Luftdruck in mm Hg = Torr an. Neben diesem einfachen Gefäß-B. benutzt man *Heber-B.*, bei denen ein zweiter Schenkel der Röhre das Gefäß bildet, und nur noch selten *Zimmer- oder Phiolen-B.*, bei denen der kurze Schenkel der Röhre flaschenförmig erweitert ist.

Barometer: 1 Torricellisches Vakuum-B. (Gefäßbarometer), 2 Heberbarometer, 3 Phiolenbarometer.

Die *Metall-, Aneroid- oder Holosteric-B.* haben als wichtigsten Bestandteil eine geschlossene, luftleere, flache, zylindrische Metalldose mit elastischen wellblechartigen Grundflächen. Da die Dose durch den allseitigen Luftdruck vollständig zusammengedrückt werden würde, wird sie durch eine zwischen Boden und Deckel des Gefäßes befestigte starke Feder auseinandergehalten. Bei steigendem Luftdruck werden Dose und Feder stärker zusammengedrückt. Diese Bewegung wird durch einen Winkelhebel auf eine Schnur oder feine Kette übertragen, die um die Achse eines Zeigers gelegt ist und durch eine Spiralfeder gespannt wird. Der an der Feder festsetzende, aus Eisen und Messing bestehende Hebelarm gleicht Temperaturschwankungen aus. Der Zeiger dreht sich vor einer nach Torr geeichteten Skala.

Zur fortlaufenden Aufzeichnung der Luftdruckänderungen dient der *Barograph*; er ist entweder ein mit einem Schreibhebel verbundenes Aneroid-B., dessen Empfindlichkeit durch Hintereinanderschaltung mehrerer Dosen beträchtlich vergrößert ist, oder ein selbstschreibendes Quecksilber-B.

barometrische Höhenmessung: wie jeder Gasdruck nimmt auch der Luftdruck gesetzmäßig (logarithmisch) mit der Höhe ab, in Abhängigkeit von



Aneroidbarometer: a geschlossene luftleere, flache, zylindrische Metalldose mit elastischen, wellblechartigen Grundflächen; b Bodenplatte; c Feder; d Träger der Feder; e Verbindungsstück zwischen Dose und Feder; f, g, h Hebel; i drehbare Verbindungsstange; m Schnur oder feine Kette; n Schnurtrummel; o Zeiger; p Spiralfeder; q Reguliervorrichtung der Feder c.

der Dichte, d. h. von der mittleren Temperatur und vom Wasserdampfgehalt. In Bodennähe beträgt diese Abnahme rund 11 m für 1 mm Hg = 1 Torr oder 8 m für 1 Millibar. Die genaue Formel für den Höhenunterschied h in m zweier Punkte mit dem Luftdruck p_1 und p_2 (barometrische Höhenformel) lautet (t = mittlere virtuelle Temperatur der Luftsäule in °C zwischen p_1 und p_2)

$$h = 18400 (1 + 0,00367 t) \log (p_1/p_2).$$

Barre, eine Sandbank vor der Mündung von Flüssen in das Meer, die durch das Zusammentreffen der ausgehenden Strömung mit einer Küstenströmung entsteht. *Barrentheorie*, die Theorie der Entstehung von Salzlagerstätten in durch untermeerische B. vom Meer fast abgeschlossenen Buchten (im Trockenklima), in denen sich das Salz anreichert und in schwerer Lösung zu Boden sinkt.

Barren, Gußform für Metalle von rechteck. Querschnitt, in der Länge unterteilt, z. B. Zehnteiler.

Baryonenzahl, Quantenzahl für die als *Baryonen* zusammengefaßten Nukleonen und Hyperonen. Sie ist für alle Baryonen + 1, für deren Antiteilchen - 1, für Photonen, Leptonen und Mesonen dagegen 0. In einem abgeschlossenen System bleibt die Gesamt-B. erhalten.

Barysphäre, der innerste, unter hohem Druck stehende Teil der Erde.

Baryt, → Schwerspat.

Basalt, schwarzes bis dunkelgraues junges basisches Ergußgestein, feinkörnig, z. T. glasig, zerbricht oft bei der Abkühlung in mehrere Meter lange, meist sechskantige Säulen. Seine wichtigsten Bestandteile sind Feldspat (Plagioklas), Augit, Olivin, Magnetit. B. wird als Schotter und Straßenpflaster verwendet, sowie glühend zu *B.-Wolle* versponnen für Zwecke der Wärmeisolierung und des Feuerschutzes.

Basen, alle chem. Verbindungen, die mit Säuren Salze bilden: die *basischen* Metalloxyde und -hydroxyde, vor allem die der Alkali- und Erdalkalimetalle, ferner Ammoniak und seine Abkömmlinge sowie die organ. B. B. färben rotes Lackmuspapier blau: sie reagieren *basisch* oder *alkalisch*, weil sie in wäßriger Lösung OH-Ionen abspalten. Ein Salz, das noch Reste einer B., d. h. aus ihr stammende Sauerstoffatome oder Hydroxylgruppen enthält, heißt *basisches Salz*. Die Anzahl der in einem Säuremolekül durch Metallatome ersetzbaren Wasserstoffatome nennt man *Basizität*. Man unterscheidet 1-, 2- und mehrbas. Säuren. Die Säuren HCl, H₂SO₄, H₃PO₄ sind der Reihe nach 1-, 2-, 3basig.

Basenaustauscher, → Austauschharze.

Basis, 1) unterer Teil eines Baugliedes, Fuß einer Säule. 2) B. eines Dreiecks ist seine Grundlinie. Die B. eines linearen Vektorgebildes besteht aus solchen Vektoren, aus denen sich alle übrigen linear kombinieren lassen; ähnlich die B. eines → Moduls. Die B. einer Potenz a^n ist ihre Grundzahl a ; ähnlich die B. eines → Logarithmus.

Baskülever schluß - Baumaschinen

3) GEODÄSIE: mit größter Genauigkeit mittels Basismessstangen oder Jädrindrähten gemessene Grundlinien von 2,5 und mehr Kilometer Länge. Die *Basismessstange* besteht aus 2 auf einer Tragstange aufgelegten und an einem Ende fest verbundenen Stangen aus Eisen und Zink von je 2 Toisen (= 3,898 m) Länge, deren verschiedene Wärmeausdehnung Berücksichtigung der beim Messen herrschenden Temperatur und Reduzierung auf die Normallänge gestattet. 4 solcher Stangen bilden das *Basismessgerät* (BESSEL) zum Messen der Länge einer geodätischen B.

4) PHOTOGRAMMETRIE: die Entfernung der Aufnahme­standpunkte zweier zueinandergehö­riger Stereo­meßbilder.

5) TACHYMETRIE: die Länge der *Basislatte*, einer im Zielpunkt aufgestellten, 1–3 m langen Latte des Entfernungsmeßgerätes, deren Endmarken vom Standpunkt an gemessen einen mehr oder weniger spitzen Winkel ergeben, der trigonometrisch die Entfernung Standpunkt–Zielpunkt errechnen läßt.

6) KRISTALLOGRAPHIE: Kristallfläche senkrecht zur Hauptachse.

7) PETROGRAPHIE: die glasigen (amorphen) Erstarrungsprodukte des magmatischen Schmelzflusses. Gegensatz: Kristalle.

Basküleverschluß, Fenster- oder Türverschluß, bei dem durch Drehen eines Handgriffs zwei Stangen in Ösen in entgegengesetzter Richtung verschoben werden.

Baßanhebung. RUNDfunkEMPfänger: Schaltungsmaßnahme (z. B. frequenzabhängige Gegenkopplung), durch die eine Bevorzugung der tiefen Töne erreicht wird. Die B. gleicht die geringere Schallabstrahlung des Lautsprechers bei tiefen Tönen aus.

Basselissestuhl, Webstuhl mit waagrecht ausgespannten Kettfäden; Gegensatz: Hautelissestuhl.

Bastseide, 1) unentbastete Rohseide, 2) taftbin-
dige Rohseidengewebe aus Maulbeergrße sowie aus
der wilden Seide des Tussahspinners (*Shantung-*
und *Honanseide*).

Batholith, mächtige, meist granitische Tiefengesteinsmasse, deren Unterlage der großen Tiefe wegen unbekannt ist.

Bathyskaph, benanntes, frei schwimmendes Tiefseeboot. Sein Tragkörper ist mit leichtem Benzin gefüllt, dessen Druck gleich dem äußeren Wasserdruck ist. Als Kabine für die Besatzung dient eine starkwandige Stahlkugel.

Bathysphäre, → Tauchgeräte.

Batik, ein aus Indien und Java stammendes Verfahren zum Einfärben von Baumwollgeweben. Auf dem Stoff wird die Zeichnung zunächst mit Wachs abgedeckt, wodurch die geschützten Stellen beim nachfolgenden Färben keinen Farbstoff aufnehmen. Durch Risse in der Wachsschicht entsteht eine feine Färbefäde. In neuerer Zeit wird die Wachreserve mit heißen Metallstempeln aufgedrückt. Ähnlich arbeitet die B.-Druckmaschine.

K. SCHMIDT
Textildruck
(²1961).

Batist, feines,
leinwandbindiges
Leinen-, Baum-
woll- oder Zell-
wollgewebe.

Batterie, Zu-
sammenschal-
tung mehrerer
gleichartiger Ge-
räte (Geschütze,

Stromquellen, Kondensatoren, Stahlflaschen, Wind-
erhitzer, Ofen u. a. m.). *Taschenlampen-B.* ent-
halten bis 3, *Anoden-B.* bis 80 und mehr Trocken-
elemente; *ortsfeste Akkumulatoren-B.* speichern bis
10000 Ah und mehr, *B. für Kraftfahrzeuge* und
Flugzeuge bis 150 Ah.

Baud, abgek. Bd., eine Einheit der Nachrichtentechnik, eingeführt als Schrittgeschwindigkeit in der Telegraphen- und Fernschreibtechnik (1 B. = 1 Schritt/s). Die Telegraphiezeichen setzen sich aus Schritten zusammen, z. B. das Fünferalphabet (→ Fernschreiber) und das Morsealphabet (→ Morse-Apparat). Bei n möglichen diskreten Zuständen (meist $n=2$) bezeichnet man als Schrittdauer die kürzeste Zeit, die zwischen 2 Zustandsänderungen verstreicht. Der Reziprokwert der in Sekunden gemessenen Schrittdauer ist die Schrittgeschwindigkeit in B. Eine Schrittdauer von $1/50$ s entspricht also einer Schrittgeschwindigkeit von 50 B.

Baugrube, Erdloch in der Größe des in den Grund reichenden Teiles eines Bauwerkes mit seitlichem Arbeitsraum. Vor Ausführung des Bodenaushubs wird der Humusboden abgetragen und – für gärtnerische Anlagen – beiseite gesetzt. B.-Wandabstufungen sind erforderlich, wenn der Boden „nicht steht“ oder am Baugrubenrand hohe Lasten anfallen. B. im Grundwasser bedürfen einer Grundwasserhaltung mit Einspundung der B.-Wände mit einer → Spundwand und Abpumpen des Wassers.

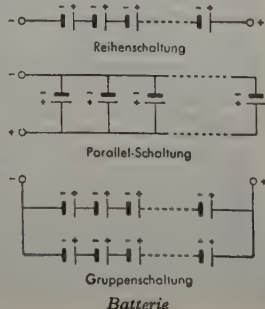
Baugrund. Untergrund für Gebäudeerrichtung. Die Gründungssohle muß frostfrei, d. h. mindestens 0,80 m bei Sandboden und mindestens 1,20 m bei Lehm Böden unter der Terrainoberkante liegen. Guter tragfähiger B.: Fels, Kies, Sand, fester Mergel; noch brauchbar: Mergel, nicht zu weicher Ton oder Lehm. *Dynam. B.-Untersuchung* erfolgt durch Messung eines gerammten Pfahles je Stoß des Rammhärens oder durch künstl. Schwingungserzeugung mit Erschütterungsmaschinen; durch seismograph. Aufnahme der elast. Wellen können Eigenschwingungen und Dämpfung des Bodens und damit Aufbau und Schichtung ermittelt werden.

Bauhölz, meist Nadelholz, für Balkendecken und Dachkonstruktionen Kiefer und Fichte, seltener Tanne und Lärche. Die wichtigsten Laubhölzer, Eiche und Buche, finden mehr im Innenausbau (Fußböden, Treppen u. a.) Verwendung. Man unterscheidet Balken, Kanthölzer, Latten, Bohlen, Bretter und Schwarten. *Schwarten* sind beim Aufschneiden des Stammes anfallende Seiten mit überwiegender Baumkante, die vor dem Einbau als Stakhölzer – Brettlage zwischen den Balken zur Aufnahme der Füllstoffe – entrindet werden müssen.

Baumaschinen, alle im Hoch- und Tiefbau sowie im Ingenieurbau (Brücken-, Eisenbahn-, Straßen-, Autobahn-, Erd-, Tunnel-, Grund- und Wasserbau) benutzten maschinellen Hilfsmittel, werden meist auf Großbaustellen eingesetzt.

Im einzelnen werden benutzt: für den ERDBAU: Bagger, Planiertrappen, Straßenhobel, gleisgebundene und geländegängige Transportgeräte, Absetzgeräte, Bodenverdichtungsgeräte (Frosch, Vibrator, Walzen, Fallplatten); für den EISENBAHNBau: Gleisrückmaschinen, Gleisstopfmaschinen, Gleisbaumaschinen; für den STRASSEN- und AUTOBAHNBau: Autobahn-Brückenmischer, Autobahn-Fertiger, Schwarzdecken-Verteiler, Walzen, Spritzmaschinen, Splittstreuer, Schneepflüge; für den TUNNELBAU: Bohrergeräte, Schaufellader, Schrapper, Schild, Wanderschulungen; für den GRUNDBAU: Bohrer, Rammen, Pfahlzieher, Pumpen für Wasserförderung und Wasserhaltung, Taucherglocken; für den INGENIEURBAU und den HOCHBAU: Geräte zur Materialaufbereitung (Brecher, Siebanlagen, Waschanlagen, Mischer), Geräte zur Materialförderung (Bauaufzüge, Krane, Förderbänder), Geräte zur Verarbeitung (Rüttler, Stampfer, Pressen für Kunststeine).

G. GARBOTZ: B. u. Baubetrieb Bd. 1 (²1957), Bd. 2 (²1958); P. KLUTH: B.-Fibel (⁴1956).



Baumé-Skala, → Aräometer.

Baumwachs zum wasserdichten Verschließen kleiner Baumwunden und Veredelungsstellen besteht aus Harz, dem Wollfett (Lanolin), Terpentinöl, Mineralöl, Leinöl, auch Methylalkohol, Paraffin, Wachstern zugesetzt werden.

Baumwinde, eine schwere Winde zum Roden von Bäumen ohne Säge, meist durch Hebelwirkung.

Baumwolle wird aus den Samenhaaren mehrerer Arten der Malvaceen-Gattung *Gossypium* gewonnen. Die Fasern werden durch Auspflücken der reifen Kapseln von Hand gewonnen, neuerdings auch durch Abstreifen mit rechenartigen Schlitten oder durch Absaugen (Vakuum-Pflücker). Die Fasern werden vom Samenkern mit der Walzen- oder Sägen-Entkernungsmaschine getrennt (Egrenieren). Aus dem Samen wird das *B.-Samenöl* gepreßt.

B. enthält 91 % reine Zellulose, 1 % Fremdstoffe und 8 % Wasser. Die Fasern sind bandartig flach und spiralförmig gewunden. Die Stapellänge beträgt je nach Qualität 20–45 mm. *Stapel* und *Klasse* bestimmen den Spinnwert. Durch Behandeln der B. im Strang oder Stück mit Natronlauge unter gleichzeitiger Streckung (→ merzerisieren) quillt die Faser walzenförmig auf. Hierdurch wird ein seidiger Glanz, eine um 20 bis 25 % gesteigerte Festigkeit und ein erhöhtes Farbaufnahmevermögen erzielt. Eine teilweise *Karboxymethylierung* der Zellulose (Ersetzung des H in der CH_2OH -Gruppe durch CH_2COOH) vermindert die Neigung zum Verschmutzen. Durch Behandlung mit *Formaldehyd* und *Aminen* wird das Gewebe knitterfest. *Azetylierung* (Einführung der Azetylgruppe CH_3CO) erhöht die Widerstandsfähigkeit der Faser gegen Bakterien, Wärme, Verrottung; dasselbe wird in noch höherem Maß durch Verbindung der Baumwollzellulose mit *Akrylnitril* erreicht, wobei sich ein Zyanoäthyläther der Zellulose bildet.

Die Weltproduktion betrug (1961/62): 10,9 Mio t. Hauptzeugungsländer: Verein. Staaten 3 117 000 t; China (1959/60) 2 410 000 t; Sowjetunion 1 559 000 t; Indien 800 000 t; Brasilien 613 000 t; Mexiko 436 000 t; Pakistan 327 000 t; Ägypten 302 000 t.

Baustahl, unlegierter oder niedrig legierter Stahl für Eisenkonstruktionen und Maschinenbau im Unterschied zum Spezialstahl oder Edelstahl, genormt nach DIN 1611, 1661 und 1662. *B.-Gewebe* aus punktgeschweißten, sich rechtwinklig überkreuzenden hochwertigen Rundstahlrähren findet Verwendung als Betoneinlage im Straßenbau, als Bewehrung im Stahlbetonbau und, mit einem Rabitzgewebe versehen (*Baustahlputzmatte*), als Putzträger bei Monier- und Rabitzarbeiten.

Baustoffe, Sammelbegriff für natürliche und künstliche Stoffe und Stoffkörper, die verbaut werden. *Natur-B.* sind z. B. Lehm, Kies, Sand, Bims, Naturstein, Holz u. a. *Künstliche B.* nennt man Stoffe, die durch Wärme- oder chem. Behandlung gewonnen oder verändert sind, sowie die daraus hergestellten Formkörper: Kalk, Zement, Hüttenbims, Ziegel, Glas, Stahl.

Grund-B. bilden das Ausgangsmaterial technischer Endzeugnisse: Ton für Ziegel, Zuschlagstoffe und Bindemittel für Mörtel und Beton, Stahl für Formstahl. *Schwer-B.* sind Mörtel, Beton, Quarzsand, Lehm, Ziegel, Stahl u. a. *Leicht-B.* sind Leichtbetone, Kork, organische und anorganische Faserstoffe, Aluminium u. a. *Dämm-B.* sind B. zur Dämmung von Tritt-, Luft- und Körperschall (Schalldämmstoffe) oder zur Verzögerung des Temperaturausgleichs. *Dichtungs-B.* dienen als Sperrzusätze, Sperranstriche oder Sperrschichten. Sperrzusätze werden zum Wasserdichtmachen von Mörtel und Beton verwendet; zu ihnen gehören hydraulische Zusätze, kolloidale Eiweißlösungen, porenfüllende Stoffe, verschiedene Chemikalien u. a.; Sperranstriche schützen B. gegen Erdfeuchtigkeit und Schlagregen (→ Anstrich). Zur Herstellung von Sperrschichten gegen Wasserandrang dienen ein- und mehrfache Metallfolien- und Pappdichtungen. *Binde-B.*, hauptsächlich Gips, Kalk, Zement, Bitumen, bewirken die Ver kittung oder Bindung nicht bindefähiger B.;

→ Bindemittel. *Gebundene B.* sind geformte B. mit Kornbindung durch Bindemittel, z. B. Bimszement-, Schlackenhohlblock- u. a. Steine, oder als Bauplatten. Eigene Bindung und Festigkeit im lufttrockenen Zustand besitzen *Erd-B.*, erdige Stoffe, wie Ton, Lehm, Schlack. *Feuerfeste B.* sind hoch temperaturbeständige Stoffe oder aus diesen hergestellt. Sie machen meist, wie Schamotte, Bauxit-Ziegel, einen Brennprozeß durch. *Verbund-B.* sind feste Verbindungen verschiedener B. mit z. T. neuen Eigenschaften des Verbundkörpers; z. B. Stahlbeton (Stahl und Beton), Panzerholz (Sperrholz und Stahlblech als Auflage).

E. J. SIEDLER: Baustofflehre (*1951); R. WENDEHORST: Baustoffkunde (*1963).

Bauxit, ein Gemenge von Tonerdehydraten, unverreinigt durch andere Mineralien, das bei der Verwitterung von Basalt und anderen Gesteinen entsteht und zur Aluminiumerzeugung und Herstellung von feuerfesten Steinen (*B.-Ziegel*) verwendet wird.

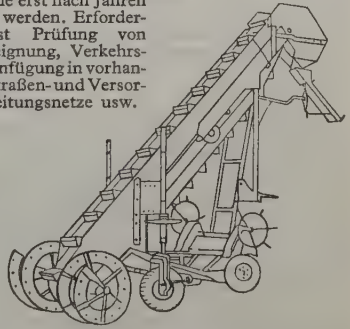
Bayer, Adolf von, Chemiker, * 1835, † 1917, zuletzt Prof. in München, trug durch seine Forscher- und Lehrtätigkeit wesentl. zum Aufbau der organ. Chemie und der dt. chem. Industrie bei. Er stellte das *Indol*, *Eosin* und den *Indigo* künstlich dar. 1905 Nobelpreis.

Be, chem. Zeichen für → Beryllium.

Bé, Abk. für Baumé, → Aräometer.

Baufortskala, → Wind.

Bebauungsplan, die zeichnerische Darstellung der geplanten Bebauung eines Geländes auf längere Sicht, bes. um die planvolle Bebauung eines Geländes auch dann zu gewährleisten, wenn die letzten Gebäude erst nach Jahren erbaut werden. Erforderlich ist Prüfung von Bodeneignung, Verkehrslage, Einfügung in vorhandene Straßen- und Versorgungsnetze usw.



Fahrbares Becherwerk

Becherwerk, Elevator, ein Fördermittel mit umlaufendem Gurt oder Kettenstrang und daran befestigten Bechern zum Beladen von Fahrzeugen oder Emporbringen kleinkörniger Massengüter. Eine Sonderform ist das *Pendelbecherwerk* (Konveyor) mit pendelnd befestigten Bechern zur Förderung in jeder Richtung; auf waagerechten und geneigten Strecken läuft die Kette auf Schienen. Die Becher werden durch eine umlaufende Trommel beladen und durch Kippen entladen. Fördergeschwindigkeit bis 0,3 m/s, Leistung bis 300 t/h. Bei *Seilbecherwerken* mit Bechergruppen sind die schweren Ketten streckenweise durch Seile ersetzt. Antrieb meist durch Elektromotor.

Bequerel, Henri, französ. Physiker, *1852, †1908, Prof. in Paris, entdeckte 1896 die Radioaktivität der Uransalze und wies 1900 die magnet. Ablenkbarkeit der Betastrahlen nach. 1903 Nobelpreis.

Bedeckungsveränderliche, → Algal.

Befehl, Anweisung an einen Rechenautomaten zur Durchführung bestimmter Operationen.

Befeuerung, die Kennzeichnung von Schiffs-, Fahr- und Flugwegen durch → Leuchtfeuer oder → Funkfeuer oder beide zusammen.

Beflockung, ein Verfahren, beflockte Gewebe, Teppiche, Tapeten herzustellen. Grundgewebe

Begradigung – Beleuchtung

oder Papier werden mustergerecht mit Klebemittel bestreichen und dann mit den Fasern bestäubt. Durch Rütteln oder elektrostatisch werden die Fasern ausgerichtet.

Begradigung, Geradelegung gewundener Wasserläufe; entwässert angrenzende Auen, senkt den Hochwasserstand, vergrößert das Laufgefälle, wodurch der Wasserlauf sich eintieft, und erleichtert die Schifffahrt. Zu starke B. gefährdet den Beharrungszustand und kann zu gefährlicher Erosion führen.

Behaglichkeit, ein Begriff, dem in der Klimatechnik neben seinem üblichen, volkstümlichen Wortsinn eine physikalisch ganz bestimmte Bedeutung bei der Bestimmung des Allgemeinbefindens durch meßbare Verhältnisse zwischen Wärmeerzeugung im Körper und seiner Wärmeabgabe nach außen, zu geben versucht worden ist. Danach soll, je nach Tätigkeit, Jahreszeit und Luftbewegung, die größte B. im Bereich zwischen 18 und 23°C bei etwa 50 % Luftfeuchtigkeit vorhanden sein.

Beharrungsvermögen, → Trägheit.

Behm-Lot, → Echolot.

Beiderwand, **Beederwand**, ein beidseitig gleich wirkender, längs- oder quergestreifter Kleider- und Schürzenstoff in Leinwandbindung. Ursprünglich mit Leinenkette und Wollschuß, heute mit Baumwollkette und Reyon- oder Zellwollschuß.

Beil, Handwerkzeug zum Behauen und Trennen von Holzstücken, Fleisch u. a., besitzt einen kürzeren Stiel als die Axt und wird nur mit einer Hand geführt. Die bekannteste Art ist das gewöhnliche **Handbeil**. Die Zimmerleute gebrauchen daneben auch noch das einseitig geschärfte **Breitbeil** mit langer, krummer Schneide, die Stellmacher das **Richtheil**, auch **Rundbeil** oder **Rundhacke** genannt, die Seeleute das **Kapp- oder Kernbeil** usw.

Beitel, **Stechbeitel**, Werkzeug zum Ausstemmen von Schlitzern, Zapfenlöchern usw. in Holz (→ Stemmeisen).

Beize, (1) **HOLZ**: Lösung von Farbstoffen in Wasser, Terpentinöl u. a. (**Wasser-B.**, **Terpentin-B.**) oder Wachsemlulsion mit Farbstoffzusatz (**Wachs-B.**) zum Färben von Holz bei sichtbar bleibender Maserung. **Chem. B.** (meist Metallsalzlösungen) reagieren mit Holzbestandteilen (meist Gerbstoffen) zu farbigen Verbindungen.

(2) **FÄRBEREI**: Metallsalze (Aluminium-, Chrom-, Eisen-, Kupfer- oder Zinnsalze), Gerbstoffe (Tannin, Katechu, Sumach) sowie andere organ. Verbindungen zur Herstellung von Farblacken auf Fasermaterialien; Beizenreserven verhindern das Aufziehen gewisser Farbstoffe.

(3) **Kochsalzbad** zum Salzen der geformten Käse.

(4) chemische Mittel zum Entfernen von kleinen Fehlern und Oxidschichten oder auch zum Mattieren metallischer Oberflächen.

(5) chem. Mittel in Pulverform (**Trockenbeize**) oder als **Netzmittel** (**Kurznaßbeize**) zur Behandlung von Saatgut zur Vernichtung von Schmarotzerpilzen und gegen Tierfraß.

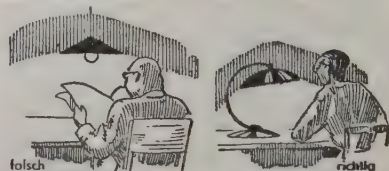
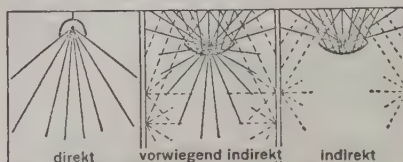
Bel, elektrotechn. Dämpfungsmaß, → Dezibel.

Belastung, (1) **BAUTECHNIK**: die auf ein Bauwerk, Fahrzeug u. dgl. ausgeübte Kraft aus Eigenlast (Eigengewicht), Nutzlast (Traglast) und zusätzl. Kräften (Reibung, Wind); sie ist bestimmend für die Berechnung der Querschnitte.

(2) **Inanspruchnahme einer Einrichtung**, z. B. eines Kraftwerks, gemessen in kW, eines Gaswerks, in m³/h; **B.-Kurve**, die graph. Darstellung der wechselnden B. in verschiedenen aufeinanderfolgend. Zeitpunkten (Tag oder Jahr); **B.-Gebirge**, die Aneinanderreihung der B.-Kurven aller Tage eines Jahres zu einem dreidimensionalen Gebilde; **B.-Faktor**, die Zahl, die die durchschnittl. B. z. B. eines Kraftwerks während eines Zeitraums in Prozenten angibt (Voll-B. 100 %).

Belebungsverfahren, **Schlammbelebungsverfahren**,

ren, künstl. Nachahmen der natürl. Selbstreinigung der Gewässer auf kleiner Fläche in verkürzter Zeit. Das vorgeklärte Wasser wird beim langsamen Durchfließen der Belebungs- (Lüftungs-) Becken umgewälzt und kräftig belüftet. Die Schmutzstoffe bilden dabei schleimige, von Kleinbewesen (Bakterien, Protozoen) „belebte“ Flocken, die gelöst und halbgelöst (kolloiden) organischen Stoffe werden an diesen festgehalten und von den Kleinbewesen abgebaut. Die Flocken fallen in Absitzbecken schnell aus, bilden Klär- (Faul-) Schlamm, während das Wasser gereinigt abfließt.



Beleuchtung: oben die drei Hauptarten der Beleuchtung; unten Blendungsfreiheit bei direkter Beleuchtung.

Beleuchtung, umfaßt **Innenraum-B.** (allgemeine und Arbeitsplatz-B.) und **Außen-B.** als **Verkehrs-B.** (Straßen- und Fahrzeug-B.), **Reklame-B.**, **Lichtarchitektur** (z. B. Anstrahlung von Denkmälern). Die **B.-Technik** soll die Lichtverhältnisse so gestalten, daß die bestmöglichen Sehbedingungen erreicht werden.

Die B. mit künstlichem Licht ist das eigentliche Arbeitsfeld der **Beleuchtungstechnik**.

Die **Beleuchtungsstärke** für Arbeitsstätten und Schulen, Aufenthalts- und Wohnräume sind im Normalblatt DIN 5035 zusammengestellt

Art der Arbeit	Beleuchtungsstärke in Lux	Beispiel
Orientierung	50–125	Verkehr, Wartezimm.
grob	125–250	gewöhnl. Handarbeit
mittelfein . . .	250–500	Büroarbeit
fein	500–1000	Schriftsetzerei
sehr fein . . .	mehr als 1000	Uhrmacherei

Für Verkehrswege und -anlagen gelten mittlere Beleuchtungsstärken zwischen 5 und 30 Lux (bei einer Ungleichmäßigkeit von 1:3 bis höchstens 1:5) als ausreichend.

Lichtverteilung (**Beleuchtungsart**). Das Licht soll möglichst gleichmäßig verteilt sein, damit das Auge nicht dauernd neu adaptieren muß. Dies wird erreicht durch entsprechend konstruierte Leuchten und zweckmäßige Verwendung lichttechn. Baustoffe, deren charakterist. Eigenschaften Durchlässigkeit (Transmission), Reflexion, Absorption und Streuvermögen sind. Je nach dem Lichtstrom-Anteil, der in den oberen Halbraum gelenkt wird, unterscheidet man 5 verschiedene Beleuchtungsarten: direkte Beleuchtung (0–10 v. H.), vorwiegend indirekte (10–40 v. H.), gleichförmige oder halb-indirekte (40–60 v. H.), vorwiegend indirekte (60–90 v. H.) und indirekte Beleuchtung (90–100 v. H.). Die direkte Beleuchtung ist, wenn nicht mehrere Direktleuchten die gleiche Fläche beleuchten, hart, liefert scharfe Schlagschatten und leuchtet nur eine ganz begrenzte Fläche gleichmäßig aus. Bei der indirekten Beleuchtung ist die Lampe gegen das Auge völlig verdeckt; das Licht gelangt erst nach Reflexion an Decken und Wänden auf die zu beleuchtende Fläche, es ist weich und gibt keine Schlagschatten;

wegen der Lichtverluste bei den Reflexionen muß viel Licht aufgewendet werden. Die *gleichförmige* Beleuchtung mit nach allen Richtungen nahezu gleichmäßig verteiltem Licht ist zwar nicht schattenfrei, aber stets sehr weich.

Blendungsfreiheit. Zentrale Blendung läßt sich durch Abblenden der Lichtquelle vermeiden, seitliche Blendung meist durch genügend hohes Aufhängen der Leuchten, Reflexblendung durch geeignete Anbringung der Lichtquelle, Verminderung ihrer Leuchtdichte durch einen Streuschirm, Mattierung des Werkzeugs, Aufhellung der Umgebung.

Schattigkeit. Eine schattenlose Beleuchtung ist meist ebenso unerwünscht wie eine, die scharfe Schlagschatten wirft. Mindestens 20, höchstens aber 80 v. H. der Beleuchtungsstärke sollten von gerichtetem Licht herrühren und die dabei erzeugten Schatten möglichst breite Halbschatten zeigen. Die gleichförmige (halb indirekte) Beleuchtung erfüllt diese Bedingungen oft am besten.

Lichtfarbe. Für die künstl. Beleuchtung von Aufenthalts- und Wohnräumen wird eindeutig eine gelbl. Lichtfarbe bevorzugt. Muß in Werkräumen tagesähnliches Licht gefordert werden, so liegen die dann erforderlichen Beleuchtungsstärken erfahrungsgemäß sehr viel höher als beim Glühlampenlicht, wenn der Eindruck einer unangenehm 'fahlen' Beleuchtung vermieden werden soll. Für bestimmte Aufgaben kann man sich die Vorteile farbiger Beleuchtung zunutze machen, z. B. die erhöhte Sehschärfe bei Quecksilber- und Natriumlicht oder die kontraststeigernde Wirkung einer Beleuchtung, die zur Farbe des Arbeitsgutes gegenfarbig ist.

DIN 5035; J. JANSEN: Beleuchtungstechnik, 3 Bde (1954); J. G. H., Zitiert: Leitfaden d. Lichttechnik.

Belichtung, Exposition, das Produkt aus Beleuchtungsstärke (Intensität) und Dauer der Einwirkung einer Strahlung.

In der PHOTOGRAPHIE spricht man bei zu schwacher B. von *Unterbelichtung*, bei zu reichlicher von *Überbelichtung*. Die richtige B. ermittelt man durch den *Belichtungsmesser*, wobei der vom Aufnahmegegenstand in Richtung auf den photographischen Apparat gehende Lichtstrom gemessen wird. Zur Messung wird entweder ein Photoelement (Selenperschichtzelle) in Verbindung mit einem elektr. Meßinstrument (Mikroamperemeter) oder (seltener) ein kleines subjektives Photometer verwendet. Beim elektrischen Belichtungsmesser erhält man für eine bestimmte Blendenzahl des photograph. Objektivs die Belichtungszeit oder für eine bestimmte Belichtungszeit (z. B. bei Kinokameras) die einzustellende Blendenzahl. Für kinotechn., neuerdings auch für photograph. Zwecke dienen *Belichtungsmesser*, bei denen der auf das Objekt auffallende Lichtstrom gemessen wird. Es gibt Belichtungsmesser, die auch als Beleuchtungsmesser verwendbar sind.

Bensonkessel, ein Höchstdruckdampfkessel.

Benz, Carl Friedrich, Ingenieur, * 1844, † 1929, baute unabhängig von DAIMLER 1885 ein Automobil und schuf damit das erste entwicklungsfähige Kraftfahrzeug.

Benzaldehyd, $C_6H_5 \cdot CHO$, künstl. Bittermandelöl. Herstellung aus Toluol, Verwendung zur Herstellung von Farb- und Riechstoffen.

Benzanthrone, Kondensationsprodukte von Anthrachinon und seinen Derivaten mit Glycerin, aus denen die *B.-Farbstoffe*, sehr echte Küpenfarbstoffe, gewonnen werden.

Benzenberg'scher Fallversuch, Versuch zum direkten Nachweis der Achsendrehung der Erde, zuerst von GUIGLIELMINI in Bologna, dann 1802 von

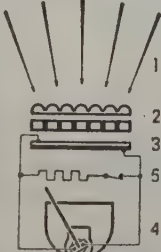
BENZENBERG im 110 m hohen Turm der Hamburger Michaelskirche ausgeführt. Der fallende Körper zeigte eine durchschnittliche Abweichung von 9 mm nach Osten, da infolge der Erddrehung von Westen nach Osten seine tangentielle Geschwindigkeit etwas größer ist als die des unter ihm liegenden Punktes der Erdoberfläche.

Benzidin, $NH_2 \cdot C_6H_4 \cdot C_6H_4 \cdot NH_2$, 4, 4'-Diaminodiphenyl, Herstellung durch Einwirkung von Salzsäure auf Hydrazobenzol, Ausgangsstoff der *B.-Farbstoffe*, die Baumwolle direkt färben.

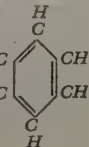
Benzin, ein Gemisch leicht siedender Kohlenwasserstoffe (Sdp. 40–180°C) von wechselnder Zusammensetzung. Gewöhnliches B. mit Flammpunkt unter 21°C ist ein gutes Lösungsmittel für Fette, Öle, Harze. Es bildet, mit Luft gemischt, explosive Dämpfe, worauf seine Verwendung in Verbrennungskraftmaschinen beruht. Ursprünglich wurde B. allein durch Destillation aus dem Erdöl gewonnen. Hierbei werden die einzelnen B. nach den Siedegrenzen und nach der Temperatur, bei der 90% übergegangen sind, voneinander unterschieden. Die bei der Erdöldestillation zuerst vergasende Gasoline (Sdp. 40–200°C) zerlegt man durch fraktionierte Destillation weiter in: *Petroläther* mit Sdp. 40–70°C, enthält hauptsächlich Pentan und Hexan; *Leichtbenzin* (Petroleumbenzin) mit Sdp. 70–90°C, enthält vorwiegend Hexan und Heptan; *Schwerbenzin* mit Sdp. 100–150°C; *Lackbenzin, Ligroin* mit Sdp. 100 bis 180°C. Daneben gibt es noch weitergehende Unterteilungen, vor allem nach dem Verwendungszweck: *Wundbenzin*, Sdp. 50–70°C; *Normalbenzin*, Sdp. 65–95°C; *Lampenbenzin*, Sdp. 60–140°C; *Extraktionsbenzin*, Sdp. 60–100°C für Gummilösungen und zur Ölsaatenextraktion, Sdp. 80–100°C zur Knochen- und Rohwolleextraktion, Sdp. 90–130°C für Kautschuklösungen; *Waschbenzin*, Sdp. 100 bis 150°C; *Motorbenzin*; *Testbenzin* oder *Terpentinöl-Ersatz*, Sdp. 130–200°C. Der Weltverbrauch konnte erst durch Kracken der höhersiedenden Rohölfraktionen gedeckt werden. In Deutschland u. a. erdölarml. Ländern wird B. auch durch Schmelzung und Hydrierung von Kohle (→Kohlehydrierung) sowie durch katalytische Synthese (→Fischer-Tropsch-Verfahren) hergestellt. B. hoher Oktanzahl gewinnt man ferner durch Polymerisation von Propylen und Butylen, durch Alkylierung eines Isoparaffins oder Aromaten mit Olefinen, durch Isomerisierung und katalyt. Umwandlung. – Die Hauptmenge des gewonnenen B. wird als Treibstoff für Motoren verwendet. Zur Erhöhung der Klopffestigkeit setzt man dem B. →Antiklopffmittel zu.

Benzoessäure, Benzolkarbonsäure, $C_6H_5 \cdot COOH$, aus *Benzoeharz* u. a. Harzen durch Sublimation (Benzoelumen) gewonnen. Techn. Darstellung durch Chlorenwirkung auf Toluol und Umsetzung des Chlorierungsproduktes mit Kalkmilch. Reine B. bildet weiße, glänz. Nadeln oder Blättchen, die bei 100°C sublimieren. Verwendung bei der Farberstellung, als stuhlförderndes und gärungswidr. Mittel; Natriumbenzoat dient im Haushalt als „Einmachhilfe“, die Ester (Äthylester = Benzoeäther, Methyl ester = Niobeöl, Benzylester) werden zur Herstellung von Fruchtessenzen und Duftstoffen verwendet.

Benzol, Grundsatz der arom. Verbindungen, einfachster zyklischer Kohlenwasserstoff, C_6H_6 ; eine wasserhelle, stark lichtbrechende Flüssigkeit mit charakterist. Geruch; spez. Gewicht 0,88, Siedepunkt 80,5°C, leicht entzündl. und mischbar mit absol. →Alkohol und →Äther. B. löst Jod, Schwefel, Phosphor, Harze und Fette; ist im Steinkohlenteer enthalten und ein Nebenerzeugnis der Kokereien und Gasfabriken; wichtiges Auszugs- und Lösungsmittel, Treibstoff für Kraft- und Luftfahrzeuge. *B.-Ring*, Bezeichnung für die Molekülstruktur des B. und seiner Derivate, bei der die eckenständigen C-Atome untereinander je mit einer einfachen und



Belichtungsmesser (schematisch): 1 einfallendes Licht, 2 Linsen- und Blendenanordnung, 3 Sperrschicht, 4 Mikroamperemeter, 5 Nebenschluß.



Benzpyren – Bergbau

einer doppelten Bindung und außerdem je mit einem einwertigen Atom oder einer einwertigen Atomgruppe verknüpft sind.

B-Derivate, Abkömmlinge des B., die durch Eintritt anderer Atome oder Atomgruppen an Stelle von Wasserstoffatomen entstehen. Tritt nur 1 Substituent ein (Monoderivate), so ist wegen der Gleichwertigkeit aller 6 H-Atome auch nur 1 neuer Stoff möglich, z. B. Monochlorbenzol, C_6H_5Cl , oder Oxybenzol, $\rightarrow$ Phenol, $C_6H_5(OH)$. Bei mehreren Substituenten sind $\rightarrow$ Isomerien möglich ($\rightarrow$ Kohlenstoffverbindungen). Das einwertige Radikal des B., C_6H_5- , heißt Phenyl, das zweiwertige, C_6H_4- , Phenylen.

Benzpyren, ein aromatischer Kohlenwasserstoff von der Zusammensetzung $C_{20}H_{12}$, ein krebserregender Bestandteil des Steinkohlenteers.

Benzylalkohol, einfachster aromatischer Alkohol, $C_6H_5-CH_2-OH$, geht durch stufenweise Oxydation in $\rightarrow$ Benzaldehyd und $\rightarrow$ Benzoesäure über.

Beregnung, $\rightarrow$ Bewässerung.

Bergbahnen dienen zum Anschluß hochgelegene

abhängig und automatisch wirkende Bremsen (Luftdruck- und elektrische Bremsen).

Bei einfachen Verhältnissen baut man **Standseilbahnen**, bei denen an einem Seil 2 Wagen hängen, die auf einem Gleis abwechselnd auf und ab fahren (Gewichtsausgleich) und in der Mitte in einer Ausweichanlage aneinander vorbeifahren können.

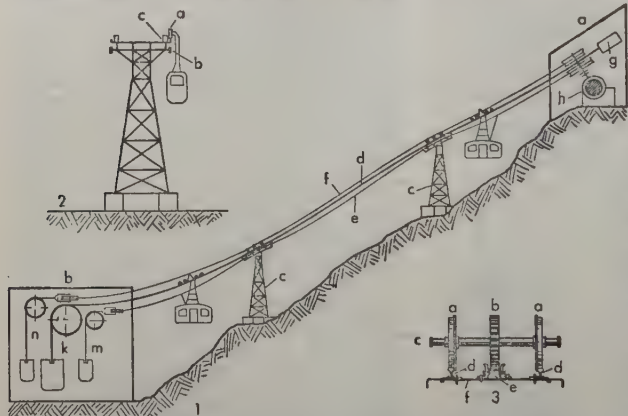
Steiles unregelmäßiges Gelände überwindet man mit **Seilschwebebahnen**, die fast unabhängig von Gelände, Schneefall usw. sind und Täler und Schluchten billiger überbrücken können als Standbahnen. An endlosem Seil (meist Trag- und Zugseil getrennt) hängen fest zwei Wagen, die auf parallelen Fährbahnen abwechselnd zu Berg und Tal fahren. Außerdem ist ein drittes Seil als Notseil vorhanden mit Rettungs- und Untersuchungskabine. Geschwindigkeit 3,5–5 km/Stunde. Neuerdings werden oft Gondelbahnen mit vielen kleinen Kabinen gebaut.

Bergbau (hierzu TAFEL). Die Gewinnung nutzbarer Mineralien und Gesteine. Bei Lagerstätten an der Erdoberfläche oder unter nur geringem Deckgebirge wird der $\rightarrow$ Abraum im Tagebau durch $\rightarrow$ Bag-

ger abgenommen und durch Werkbahnen oder Abraumförderbrücken entfernt; die mit Bagger gekoppelten Abraumförderbrücken überspannen den Tagebau mit breitem Förderband (bis 500 m lang); Leistung 30- bis 70000 m³/Tag. Tagebau ist billiger als Untertagebau und vermeidet Abbauverluste. Die vor allem im Braunkohlentagebau wichtige Entwässerung geschieht durch Entwässerungsstrecken, Tiefbrunnenpumpen oder Reihen von Pumpen, die den Grundwasserspiegel stoffweise absenken. Im Braunkohlentagebau wird zur Zeit als Grenztiefe zum Tiefbau eine Gesamttiefe von 350 m angesehen.

Lagerstätten tief unter der Erde werden im Untertagebau, d. h. im **Bergwerk**, abgebaut. Die außerhalb des eigentlichen Grubenbaues hergestellten

Ausrichtungsbaue. Je nach Oberflächenbeschaffenheit werden **Stollen**, waagrecht in den Berg führende Gänge, oder steile bis senkrechte **Schächte** gebaut. Reichen die Lagerstätten bis über Tag, so werden sie bei steilerem Einfallen oft durch „tonnlägig“, d. h. im Einfallen der Lagerstätte niedergebrachte Schächte aufgeschlossen. Die Regel bilden jedoch die senkrechten **Seiger- oder Richtschächte**. Tiefste Schächte haben bis über 3000 m **Tiefe** (Südafrika); sie müssen wegen der mit der Tiefe zunehmenden Erdwärme besonders gekühlt werden (Kühlmaschinen). Vom Schacht aus werden Querschläge bis zur Lagerstätte aufgeföhren; in verschiedenen Höhen teilen sie das Grubenfeld in **Sohlen** auf, deren Abstände sich richten nach Mineralmenge und Kosten für Bauten und Förderung (im Ruhrgebiet etwa 100 bis 200 m; Lebensdauer einer Sohle gemäß eingeschlossener Kohlenmenge von 5 bis 25 Mio t 10 bis 20 Jahre). Meist genügt die Zerlegung in einzelne Bauabschnitte nach dem Streichen noch nicht; sie muß durch Zerlegung nach dem Einfallen ergänzt werden. Hierzu dienen durch Blindschächte untereinander und mit den Hauptsohlen verbundene Teilsohlen; Blindschächte sind nicht zueinander gehende Aufbrüche (von unten nach oben gebrochene Schächte) oder Gesenke (von oben nach unten „ab-



Bergbahnen: 1, 2 Schema einer Personenseilschwebebahn nach dem System Bleichert-Zuegg; 1 Gesamtanlage: a Antriebsstation, b Spannstation, c Stützen, d Tragschiene, e Zugseil, f Hilfszugseil, g Tragschienenanker, h Antrieb des Zugseils mit Umlenkrollen, k Tragschienenanordnung, m Zugseilschwebebahn, n Hilfsseilschwebebahn. 2 Stütze: a Tragschiene, b Zugseil, c Hilfszugseil. 3 Antriebsvorrichtung einer Zahnradbahn (schematisch): a Laufrolle, b Zahnrad, c Achse, d Fahrachse, e Zahnstange, f Schiene.

ner, schwer zugänglicher Ortschaften, Berggipfel (Skisport) u. ä. an das allgemeine Verkehrsnetz. Erlaubt es das Gelände, mit Steigungen von 40% (1:25) die Höhenunterschiede zu bewältigen, so kann die B. als **Reibungsbahn** (**Adhäsionsbahn**) durchgeführt werden, d. h. es genügt die Reibung zwischen Lokomotive und Schiene zur Fortbewegung.

Bei stärkeren Steigungen baut man **Zahnradbahnen**, Steigung bis 250% (1:4), z. B. Zugspitzbahn, ausnahmsweise auch steiler, z. B. Pilatusbahn (480%). In der Mitte des Gleises der Zahnradbahn wird eine Zahnstange angeordnet, in die ein besonderes Zahnrad der Lokomotive eingreift. Bei gemischtem Zahnradbetrieb wechseln flachere Steigungen mit Reibungsbetrieb (z. B. Zugspitzbahn von Garmisch bis Grainau) mit Zahnstangenrampen (von Grainau bis Zugspitzplatt) ab. Die Lasten sind bei Zahnradbetrieb beschränkt. Die Lokomotive ist stets auf der Talsohle, schiebt also bergaufwärts und hält die Wagen bergabwärts. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt 5–12 km/Stunde. Früherer Dampflokbetrieb ist meist auf elektrischen Betrieb umgestellt; auch werden Zahnradbahnen mit schwereren Lokomotiven auf Reibungsbahnen umgestellt. Besondere Bestimmungen für Bremsen erfordern durchgehende un-

1 Fördergerüst

2 Ventilator

3 Schachtkäse mit Hängebank

4 Fördermaschinenhaus

5 Kohlenwäsche

6 Fördergerüst (Skipförderung)

7 Förderschacht

8 Kohlenflöz

9 Fördersohle

10 Fördergefälle

11 Blindschacht mit Gestellförderung

12 Großhaspel

13 Förderwagen

14 Streckenvortrieb mit Schrämmaschine

15 Streckenvortrieb mit Abbaupammer

16 Schachtwendel

17 Ladestelle

18 Bandförderung

19 Panzerförderer

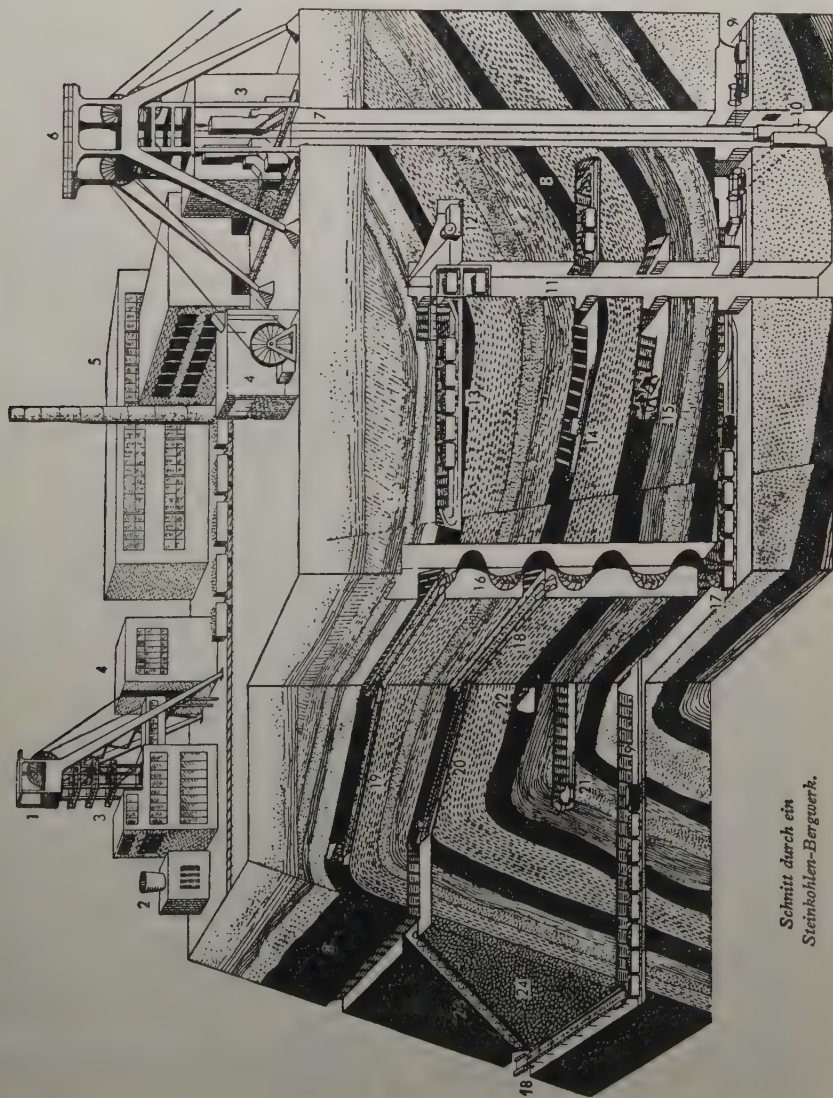
20 Abbau mit Kohlenhobel

21 Schnellader im Streckenvortrieb

22 Im Streichen liegende Abbaustrecke

23 Schrägbau mit Stauscheibentransporter

24 Baggerersatz



Schnitt durch ein
Steinkohlen-Bergwerk.

geteufte“ Schächte) als Stapel- oder Transportschächte.

Die *Vorrichtung* teilt die in den Lagerstätten selbst erforderl. Baue und das Baufeld planmäßig ein. Die Baue verlaufen im Streichen, Einfallen oder diagonal. Von Grundstrecken in Lagerstätten aufgefahrene Strecken heißen *Überhauen* (flach aufwärts) oder *Abhauen* (flach abwärts). Das richtige Ineinandergreifen von Ausrichtung, Vorrichtung, Abbau bedingt langfristige Planungen. Beim Steinkohlen-B. z. B. gestattet die Regelmäßigkeit der Flöze eine sehr planmäßige Einteilung des Baufeldes und die Schaffung zahlreicher Angriffspunkte zum Erreichen hoher Förderleistungen. Bei den unregelmäßigen Lagerstätten des Gang-B. ist oft eine planvolle und regelmäßige Vorrichtung nicht durchzuführen.

Der *Abbau* wird durchgeführt 1) ohne Beeinflussung oder mit Absenken des Hangenden zwecks neuer Auflagerung; 2) unter Zubruchwerfen des Hangenden; 3) durch Abbau mit Bergfesten. Unter 1) fallen vor allem: Strebbau mit langen Abbaufonten (500–700 m und länger), Schrägbau mit schrägem Abbaustoß (Arbeitsort) bei mittelsteiler Lagerung, Firstenbau mit treppenförm. Absätzen von unten nach oben, Strossenbau desgl. von oben nach unten, Stoßbau mit Abbau in einzelnen Streifen, sowie zahlr. Abwandlungen. Alle arbeiten vorwiegend mit Bergeversatz, d. h. Einbringen des tauben Gesteins in die abgebauten Grubenräume; dabei können die Berge „eigene“ oder „fremde“ sein. Man unterscheidet: Hand-, Spül-, Blas-, Schleuder-, Blindortversatz. Beim Spülversatz wird das Versatzort mit Wasser gemischt durch Rohre an den Versatzort gespült, wobei das Wasser wieder aufzufangen und zu heben ist. Beim Blasversatz tritt an die Stelle des Wassers Druckluft (1–4 atü). Beim Blindortversatz werden taube Strecken im Abbaufeld aufgefahren und die dort gewonnenen Berge versetzt. Unter 2) fallen vor allem Pfeilerbruchbau- und Strebbauverfahren. Bei ersterem erfolgt Unterteilung des ganzen Abbaufeldes in einzelne „Pfeiler“, die einzeln ausgeräumt werden, wonach das Hangende zu Bruch gehen kann. Strebbau ist Strebbau ohne nachherigen Versatz. Ferner gehören hierhin Kammerbruchbau, Scheibenbruchbau, Blockbruchbau. Zu 3) gehören Weitungsbau und Kammerbau, der sich nach Größe und Form der Kammern unterteilt in Kammerbau im engeren Sinne, unterird. Trichterbau, Firstenkammerbau, Magazinbau, Örtbau, Etagenbau usw.

Gewinnung: Fäustel und Keil, die zum Symbol gewordenen Arbeitsgeräte des Bergmanns, sind heute durch die maschinelle Gewinnung vollkommen verdrängt, die sich vor allem der Druckluft-hämmer und Schrämmaschinen bedient. In die anstehende Wand wird ein 120–175 mm hoher, 1600 bis 3500 mm tiefer Schlitz (Schram) gefräst und das darüberliegende Mineral durch Keile oder Sprengschüsse abgedrückt. Um die Abbauleistung bei der Kohlegewinnung zu steigern, werden vielfach Abbau und Abtransport zusammengefaßt und völlig mechanisiert. Der hierbei meist verwendete Doppelkettenförderer, ein endloses Kettenband mit Querkrazern, führt Schrämmaschine, Kohlenhobel oder auch Schrämlader (eine Maschine, die Kohle löst und zugleich auf das Fördermittel bringt). Um die möglichst lange Abbaufont stempelfrei zu halten, verwendet man Stahlstempel mit Gelenkkappen, die das Hangende über der Abbaufont halten. Nach jedem Schnitt wird das Fördermittel durch Druckeinrichtungen oder Schlitten nachgerückt. Mechan. Verladeeinrichtungen beim Abbau vor Kopf und beim Streckenvortrieb sind: Ladewagen, Ladebänder, Stoßschauffellader, Schrapper, Seitengriffelader, Wurf-schauffellader, Zughakenlader. In festerer Kohle und Gestein zusätzliche Sprengarbeit: durch drehend, schlagend, stoßend arbeitende Bohrmaschinen werden 0,5–3 m tiefe Bohrlöcher (25–35 mm Ø) hergestellt, mit Pulver, brisantem Gesteinsprengstoff oder Wettersprengstoff (Sicherung gegen schlagende Wetter und Staubexplosionen) angefüllt, Zündung meist elektrisch.

Zweck des *Grubenausbaues* ist, die Grubenbaue vor dem Einsturz zu bewahren und die unter Tage arbeitenden Menschen vor den Gefahren durch hereinbrechendes Gestein zu schützen. Als Ausbaumaterialien werden Holz, Stahl und Stein verwendet. Die Vorteile des Holzes sind Billigkeit, geringes Gewicht, leichte Bearbeitbarkeit, Warnfähigkeit, d. h. das Anzeigen gefährd. Gebirgsbewegungen durch Knistern. Stahl wählt man nur, wenn die Festigkeit des Holzes gegenüber dem Gebirgsdruck nicht ausreicht, oder auch, wenn eine Rückgewinnung und Wiederverwertung des Ausbaues möglich ist. Stein wird verwendet in Form von Trockenmauerung, bei der meist aus eigenem Betrieb stammende Bruchsteine ohne Bindemittel zu Mauern, Bergedämmen, Rolllochausbau aufgesetzt werden, oder bei nasser Mauerung aus Steinen und Mörtelung; daneben gibt es Beton- und Stahlbetonausbau.

Die *Förderung* wird bis zur Strecke und teils bis zu den Hauptförderstrecken je nach Einfallen der Lagerstätte durchgeführt mit Rutschen, Schüttelrutschen, Förderbändern, Kratzbändern, Bremsförderern. Bei neueren Anlagen müssen oft 1000 t und mehr je Tag von einem Betriebspunkt abgefordert werden. In den Hauptförderstrecken laufen Hunde (oder Hunte), das sind Kleinstförderwagen (bis 1 m³ Inhalt) und Großraumförderwagen (bis 5 m³ Inhalt); sie werden zu je 30–50 zusammengestellt und von Lokomotiven zum Schacht gezogen. Verwendete Lokomotiven: Fahrdracht-, Akkumulator-, Fahrdracht-Akku-, Druckluft-, Diesellokomotiven. Am Füllort, dem hallenförmig ausgebauten Schnittpunkt zwischen Hauptförderstrecke und Schacht, werden die Hunde in den eisernen Förderkorb geschoben, der sie nach oben fördert; statt dessen verwendet man auch *Gefäß- oder Skipförderung* mit selbstst. Füllen und Entleeren in Fördergefäße, wodurch große Umschlaggeschwindigkeit und damit hohe Leistung erreicht wird. Zum Heben und Senken des Förderkorbes dient die → Fördermaschine. Die Förderkörbe besitzen für den Fall eines Seilbruchs Fangvorrichtungen. Die *Wasserhaltung* hält das Bergwerk von übermäß. Wasserzufluß frei und verhindert das Ersaufen der Grube. Die *Wetterführung* führt den Schächten und Stollen dauernd frische Luft zu (über Tage aufgestellte Ventilatoren). Als Wetter werden alle in der Grube vorkommenden Gasgemische bezeichnet. Das *Gelucht* des Bergmanns ist die elektrische Sicherheitslampe. Als Schlagwetteranzeiger dienen mit Benzin betriebene und mit einem Drahtkorb ausgerüstete *Wetterlampen*, → Sicherheitslampe; Karbidlampen nur in schlagwetterfreien Gruben. – *Gefahren* des B. sind: Steinschlag, Zusammenbrechen ganzer Abbauorte (Gebirgsschläge), schlagende Wetter, Kohlenstaubexplosionen, Grubenbrand. Die Anlage von Bergwerken verursacht Bergschäden, eine Folge der durch die Hohlräume hervorgerufenen Gebirgsbewegungen (gestörtes Gleichgewicht). Die im Steinkohlenbergbau verbreitetsten Abbaufahren rufen auf jeden Fall eine Absenkung des Haupthangenden hervor. Ein Offenhalten der Räume ist bei diesen Gesteinsschichten nicht möglich, ein „Totlaufen“ des Bruches tritt nicht ein. Im Gegensatz dazu sind z. B. im Steinsalz offene Grubenräume von ungeheuren Abmessungen möglich.

C. H. FRITZSCHE: Lehrbuch der Bergbaukunde Bd. 1 (*1961), Bd. 2 (*1962); J. MAERKS – W. OSTERMANN: Bergbaumechanik (*1960); G. SCHULTE – W. LÖHR: Markscheidkunde (*1958).

Berge, BERGBAU: das bei der Gewinnung anfallende taube Gestein.

Bergius, Friedrich, Chemiker, * 1884, † 1949, erfand das *Bergius-Pier-Verfahren* zur Herstellung flüssiger Kohlenwasserstoffe aus Kohle (→ Kohlehydrierung) und ein Verfahren zur Verzerkierung von Holz (→ Holzverzerkierung). 1931 Nobelpreis zus. mit C. BOSCH.

Bergkristall, → Quarz.

Bergutsch, Bergsturz, oft katastrophenartige Abwärtsbewegung von Erd-, Schutt- und Felsmassen an Abhängen.

Bergwaage, ein mit einer Libelle versehenes Gerät zum Messen von Steigungswinkel- und Böschungswinkeln.

Bergwerk, → Bergbau.

Berieselung, → Bewässerung.

Berkan, *Perkan*, sehr dichter und schwerer, leinwandbinder Möbelstoff aus mehrfädigen Kammwollzwirnen.

Berkefeldfilter, ein nach dem Gründer der Filterwerke in Celle, **WILHELM BERKEFELD** (1836–97), benannter Kleinfilter in Kerzenform aus gebrannter Infusorienerde (Kieselgur). Er dient zum Reinigen und Entkeimen von Wasser im Kleinbetrieb, z. B. bei der Versorgung von Einzelhäusern, die nicht an ein Wasserwerk angeschlossen sind.

Berkelium, Bk, ein radioaktives chem. Element aus der Gruppe der Transurane, das in der Natur nicht vorkommt. Es zerfällt durch Umwandlung bei K-Elektroneneinfang und α -Zerfall; Halbwertszeit etwa 4,6 Std.; erstmalig in sehr geringen Mengen hergestellt mit dem Zyklotron in Berkeley (USA) durch Beschuss von Americium-Atomen mit α -Teilchen. Ordnungszahl 97, Massenzahlen 245, 243, 244.

Berliner Blau, tiefblauer Farbstoff, das Ferrisalz der Ferrozynwasserstoffsäure, entsteht aus Lösungen von gelbem Blutlaugensalz und Ferrisalzen.

Berne, waagerechter Absatz an Böschungen; bei Kanalböschungen zugleich Treidelpfad.

Bernoulli, schweiz. Gelehrtenfamilie. Die Brüder **Jakob** (1654–1705) und **Johann** (1667–1748) förderten bes. die Infinitesimalrechnung. **Johanns Sohn Daniel** (1700–1782) begründete die Hydrodynamik.

Bernoullische Gleichung, in der Theorie der reibungsfreien inkompressiblen Flüssigkeiten und Gase die Beziehung zwischen Druck p und Geschwindigkeit v . Meist gebräuchliche Form:

Statischer Druck + Staudruck = Gesamtdruck = const.

$$p + \frac{\rho}{2} v^2 = p_{ges} = \text{const.}$$

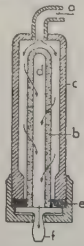
Hier bedeutet ρ die Dichte der Flüssigkeit oder des Gases. Die B.G. ermöglicht durch Messung der Drücke p und p_{ges} die Ermittlung der Geschwindigkeit v (→ Staurohr).

Bernstein, *Succinit*, ein Gemenge von fossilen Harzen, Bernsteinsäure und äther. Ölen, das erhaltene Harz von Nadelbäumen des Tertiärs. Die primären Lager wurden z. T. vom Meer zerstört und der B. in tertiären, diluvialen und alluvialen Schichten neu abgelagert; an der Ostsee, bes. in Ostpreußen, wird er in sandigen Lehmen gefunden (Blaue Erde mit einem Gehalt von 1–2 kg/m³). Die Tonschichten werden im Tagebau durch Großbagger abgeräumt, die blaue Erde selbst abgebagert, zerwaschen und der B. durch Auslesen und Sieben ausgesondert. Daneben wird B. durch Netzfischerei gewonnen. B. dient als Schmuckstein. Minderwertige Stücke werden zu Preßbernstein für billigeren Schmuck und zu Bernsteinalk verarbeitet. **Bernsteinöl** wird in der Lackindustrie verwendet.

Bernsteinsäure, in Bernstein, Algen, Pilzen, Flechten, Harzen, Früchten frei oder als Ester vorkommende Äthandikarbonsäure: $\text{COOH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$. Gewinnung durch Destillation von Bernstein oder durch Gärung von apfelsaurem Kalzium. B. findet beschränkte Verwendung in Farbenindustrie und Medizin. Sie spielt auch im intermediären tier. Kohlenhydratstoffwechsel eine Rolle.

Berührung, GEOMETRIE: zwei Kurven berühren sich in einem Punkt (genauer gesagt: in zwei unendlich benachbarten Punkten), wenn ihre Tangenten dort übereinstimmen. Analog bei Flächen.

Berührungsspannung, **Kontaktspannung**, die elektrische Spannung, die an der Berührungsstelle zweier elektr. Leiter gleicher Temperatur auftritt



Berkefeldfilter: a Einfluß des Rohwassers, b Kerze aus Kieselgur, c Metallhülse, d innerer Hohlraum der Kerze, e abdichtender Kautschukring, f Abflußrohr für filtr. Wasser.

(VOLTA 1782). Bei Metallen (Leiter 1. Klasse) ist die B. gleich der Differenz der → Austrittsarbeiten. In einer geschlossenen Kette von Leitern 1. Klasse ist die Summe aller B. gleich Null. Diese Leiter lassen sich infolgedessen in eine → Spannungsreihe einordnen. Ist die Summe von Null verschieden, dann muß mindestens ein Leiter 2. Klasse, z. B. ein Elektrolyt, vorhanden sein (→ galvanische Elemente). Die B. ist die Ursache der Reibungselektrizität (HELMHOLTZ).

Beryll, hexagonales Mineral $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_5\text{O}_{18}$, kommt in sechseckigen Prismen in Pegmatiten und Glimmerschiefern vor, meist weißlich; klare farbige B. werden als Edelsteine verwendet, z. B. der grüne, durch Spuren von Chromoxid gefärbte Smaragd und der blaue Aquamarin. Die größten Lager von B. befinden sich im Ural und in Brasilien, kleinere auch in Mitteleuropa.



Beryll

Beryllide, intermetallische, vielfach halbleitende Verbindungen des Berylliums mit anderen Metallen. Tantal-, Niob-, Molybdän-, Wolfram-B. sind bis 1650°C oxydationsbeständig und besitzen bis zehnfach höhere Festigkeit als ähnlich hochschmelzende keramische Werkstoffe.

Beryllium, Be, chem. Element aus der Gruppe der Erdalkalimetalle; Ordnungszahl 4, Massenzahl 9, Atomgewicht 9,0122; Schmelzpunkt 1285°C, Siedepunkt 2967°C, Dichte 1,82 g/cm³. Vorkommen nur in Verbindungen, vor allem im → Beryll. Techn. Darstellung von metallischem B. durch Aufschmelzen des Berylls in Halogeniden, die dann elektrolysiert werden. Reines B. ist ein sehr sprödes und sehr teures Leichtmetall. Verwendung für Austrittsfenster von Röntgenröhren. B. erhält zunehmende Bedeutung als Legierungsmetall. Aus Kupfer-B.-Legierungen werden Spiralfedern für Uhren hergestellt, die kaum magnetisierbar sind und eine viel höhere Zahl von Lastwechseln (Dauerfestigkeit, → Dauerschwingversuch) aushalten als Stahlfedern. Schlagwerkzeuge aus einer ähnl. Legierung geben beim Aufprall keine Funken, werden deshalb in explosionsgefährdeten Räumen verwendet. Nickel-B.-Legierungen sind sehr hart und korrosionsbeständig; Verwendung in chirurg. Instrumenten. Ferner sind auch Aluminium- und Eisenlegierungen mit B.-Zusatz bekannt.

Beryllonit, monoklines Mineral, NaBePO_4 , farblos oder trüb, auf Pegmatiten.

Berzelius, Jöns Jakob, Frh. von, schwed. Chemiker, * 1779, † 1843, entdeckte verschiedene Elemente, förderte die chem. Analyse und begründete die moderne chem. Zeichensprache.

Beschleunigung, PHYSIK: die Zunahme der Geschwindigkeit je Zeiteinheit (Maßeinheit m/s²). Geschwindigkeitsabnahme (negative B.) heißt auch **Verzögerung**. Beim freien → Fall eines Körpers nimmt die Geschwindigkeit in senkrechter Richtung je Sekunde um 9,81 m zu (**Erdbeschleunigung**). Eine B. liegt auch dann vor, wenn eine gekrümmte Bahnkurve mit gleichbleibendem Betrage der Geschwindigkeit v durchlaufen wird. Einer Kreisbewegung mit Radius r und konstanter Umfangsgeschwindigkeit entspricht eine zum Mittelpunkt gerichtete B. vom Betrage v^2/r (**Normal-B.**).

Zur Messung stark wechselnder B., z. B. von Kolben, verwendet man **Beschleunigungsmesser**, bei denen eine Masse, die zwischen Piezoquarzen oder aus dünnen Kohleblättchen aufgebauten elektr. Widerständen liegt, den Bewegungen folgt. Durch die Druckänderungen entstehen veränderliche Ströme oder Widerstandsänderungen, die gemessen oder im Kathodenstrahloszillographen sichtbar gemacht werden können.

Beschleunigungsanlagen, **Beschleunigungsmaschinen**, die Teilchenbeschleuniger.

Besen und Bürsten, HERSTELLUNG: In den Körper aus Holz, Horn, Kautschuk, Kunststoff o. ä. wird die **Besteckung** aus Reiswurzeln, Agaven- und Bromeliafasern, Piassava-, Siam-, Bassinefasern, Reis- und Hirsestroh, Espartogras, Kokosfasern, Baumwolle, ferner tier. Deck- und Grannenhaaren,

Bessel - Beton

Borsten, Draht, Kunstfasern mit Binddraht oder Kordel *eingezogen* oder halb- oder vollautomatisch *eingestanz* oder *eingepicht*. Bei der Drehware werden die Borsten zwischen zwei Drähten *festgedreht*. Solche Bürsten sind walzen- oder kegelförmig und dienen zur Reinigung von Hohlkörpern.

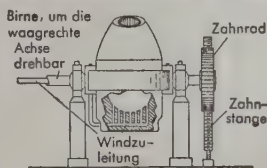
Bürstenmaschinen, z. B. für Schuhmacher, besitzen auf einer Drehachse kreisrunde Scheibenbürsten, die auf dem Umfang mit Borsten besetzt sind.

Kehrmaschinen werden im Haushalt und zur Straßenreinigung benutzt. Die *Teppichkehrmaschine* ist ein Gerät auf Gummirädern, bei dem sich beim Hin- und Herfahren eine Bürste mit wendelförmiger Be- steckung dreht.

Bessel, Friedrich Wilhelm, Astronom, * 1784, † 1846, bestimmte genaue Werte für die Konstanten der Präzession, Nutation, Aberration sowie für die Schiefe der Ekliptik, ermittelte die Größe des Erd- ellipsoids, maß 1838 zum erstenmal eine Fixstern- entfernungen (Parallaxe von Stern 61 im Schwan).

Bessemer, Sir Henry, engl. Ingenieur, * 1813, † 1898, erfand 1855 die Verbrennung der Beimen- gungen des flüss. Roheisens durch eingeblasene Luft und ermöglichte so die Massenherstellung von Fluß- stahl mit der B.-

Birne, einer 5 m hohen Birne aus Stahl, innen mit feuerfesten Stei- nen ausgekleidet, in die bei waagerechter Stellung das ge- schmolzene, an Kohlenstoff, Schwefel, Man- gan usw. reiche Roheisen eingefüllt wird.



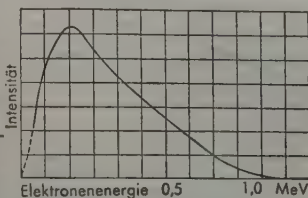
Bessemerbirne

C. MATSCHOS: Große Ingenieure (*1954).

Besteck, die Bestimmung des Schiffsortes nach geograph. Breite und Länge, als *gefügtes* (geschätz- tes) B. auf Grund des gesteuerten Kurses und der vermutlich zurückgelegten Entfernung oder als *beobachtetes* B. nach Gestirns- und Chronometerzeit- beobachtungen oder nach Funkpeilungen. Der Unter- schied zwischen *gefügtem* und *beobachtetem* (wahr- em) B. ist die *Besteckversetzung*, die unvermeidlich aus Ungenauigkeiten des Steuerns, der Schiffsg- schwindigkeit, des Kompasses und Einflüssen von Strom, Wind und Seegang entsteht.

Betain, Trimethylglykokoll, $(CH_3)_3NCH_2CO_2$, inneres Komplexsalz des Ammoniaks, wurde in der Runkelrübe (*Beta vulgaris*) entdeckt und wird aus Rübenmasse gewonnen. *Betaine* werden die analog gebauten Derivate anderer Aminosäuren und ähnlicher Verbindungen genannt.

Betastrahlen, β -Strahlen, eine von radioaktiven (instabilen) Atomkernen ausgesandte energiereiche Strahlung. Die B. bestehen aus Elektronen (*Beta- teilchen*), deren Geschwindigkeit der Lichtge- schwindigkeit sehr nahe kommen kann. Beim *Beta-Zerfall* eines Atomkerns erhöht sich die positive Kernladung um eine Einheit: ein Atomkern der Ordnungszahl Z verwandelt sich also in einen der Ordnungszahl $Z + 1$; zugleich mit einem Elektron schleudert der Atomkern stets ein masseloses Anti- neutrino ($\rightarrow$ Neutrino) aus, das ei- nen Teil der verfügbaren Energie übernimmt. Da die B. beim Durch- gang durch Gase Ionen bilden, die als Konden- sationskerne für den über- sättigten



Betastrahlen: Energiespektrum der beim Beta-Zerfall von Radium E emittierten Elektronen (nach Riezler).

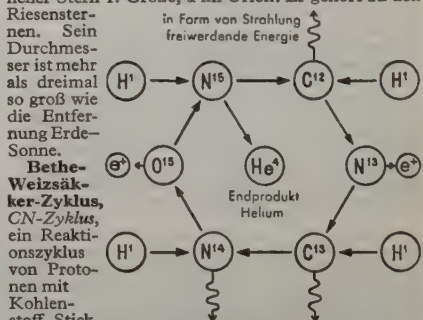
Wasserdampf dienen, lassen sie sich, im Gegen- satz zu den begleitenden Antineutrinostrahlen, in der Wilsonschen Nebelkammer durch ihre Nebel- spuren leicht sichtbar machen. Die Krümmung der Spuren in elektr. und magnet. Feldern gibt den Nachweis der negativen Ladung der Elektronen. Aus der Größe der Krümmung einer Teilchen- bahn läßt sich die Energie des Elektrons berechnen. Für diesen Zweck werden *Betastrahl-Spektrometer* gebaut, mit denen die Intensität der B. im ge- samten Energiebereich (Energiespektrum) bestimmt wird. Außer der Ablenkungsmessung benutzen sie zur Energiebestimmung auch die von den Elektronen ausgelöste und im Proportionalzähler ermittelte Ge- samtionisation oder die mit dem *Scintillations-Spek- trometer* gemessene Lichtausbeute bei Szintillati- onen. Die verschiedenen hohen Stromimpulse wer- den nach Verstärkung von einem elektron. Diskri- minator nach ihrer Höhe sortiert. Während die in der Natur vorkommenden radioaktiven Kerne nur B. aussenden, kommen bei künstlich hergestellten instabilen Atomkernen auch *Positronenstrahlen* vor, die von Neutrinostrahlen begleitet werden. Die B. wirken sehr stark ionisierend und rufen chem. und biolog. Wirkungen hervor; auch zu Heizzwecken verwendet.

Sekundäre B. werden in den Elektronenhüllen der Atome ausgelöst durch Photoeffekte monochroma- tischer γ -Strahlen aus den Atomkernen.

W. RIEZLER: Einf. in d. Kernphysik (*1959).

Betatron, $\rightarrow$ Elektronenschneluder.

Beteigeeze (arab. »Schulter des Orions«), röt- licher Stern 1. Größe, α im Orion. Er gehört zu den Riesenster- nen. Sein Durchmes- ser ist mehr als dreimal so groß wie die Entfer- nung Erde- Sonne.



ton), wobei diese Stoffe zur Kennzeichnung dienen, z. B. *Bims-B.* 2) als *Gas-B.* und *Schaum-B.* durch Zumischen von Gas oder Schaum bildenden Stoffen und mit feinkörnigem Quarzsand bis 1 mm Korngröße als Zuschlagstoff, 3) durch Verwendung einer Zuschlagstoffkörnung, der das feinere Korn zur Füllung der Hohlräume fehlt, also z. B. ausschließlich Korn von 7 bis 15 mm Größe, so daß grobporiger B. entsteht. *Holzbeton* ist Leichtbeton mit Holz, z. B. Sägemehl, als Zuschlagstoff; *Asbestbeton* entsteht aus Zement, Wasser und Asbestfasern.

Asphaltbeton ist ein Gemisch von Sand, Splitt und Füllstoffen mit Bitumen als Bindemittel, wird heiß verarbeitet im Straßenbau.

Nach der Beweglichkeit des Frischbetons werden unterschieden: *erdfeuchter, weicher (plastischer), flüssiger B.* Nach den Geräten und Arbeitsverfahren beim Verdichten des B. unterscheidet man: *Stampfb.* wird mit der Hand oder maschinell gestampft; *Schütt-B.* wird lose geschüttet; *Rüttel-B.* (vibriert B.) wird durch künstliche Erschütterungen hoher Frequenz verdichtet; *Schleuder-B.* wird in dem sich um seine Längsachse drehenden Schalungskörper durch Fliehkraft gegen die Schalungswand geschleudert; sehr dicht, für Rohre und Leitungsmaste; *Pump-B.* wird vom Mischer durch Rohre zur Verarbeitungsstelle gepumpt; *Guß-B.* ist so flüssig, daß er durch Rinnen nach der Verarbeitungsstelle fließt; *Spritz-B.*: das feinkörnige Gemisch wird trocken durch eine Schlauchleitung gedrückt, am Austrittsmundstück mit Wasser vermischt und mit großer Geschwindigkeit auf die Verwendungsstelle gespritzt (*Torkretverfahren*); *Preß-B.* wird durch Rohre unter Druckluft in Hohlräume oder Spalten eingepreßt; *Vakuum- (Saug-) B.* ist B., dem man nach dem Einbringen in die Schalung das Überschußwasser durch Saugmatten entzogen hat. *Luftporen-B.* ist durch Einmischen von Stoffen, die sehr kleine Schaumbällchen bilden, wetter- und frostbeständiger gemacht. *Hart-B.*, Estrichmörtel, dem besonders harte Gesteine und Kunststoffe, z. B. Sinterkorund, zur Verbesserung der Verschleißfestigkeit zugesetzt sind.

EIGENSCHAFTEN. Wichtigster Maßstab der Betongüte ist seine Druckfestigkeit im Alter von 28 Tagen, bei Stahlbeton 120–600 kp/cm². Die Zugfestigkeit ist etwa $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{15}$ der Druckfestigkeit. B. erhärtet auch unter Wasser (Gründungen). Eine künstliche Alterung wird durch Dampfhärtung erreicht.

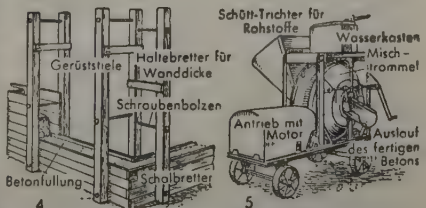
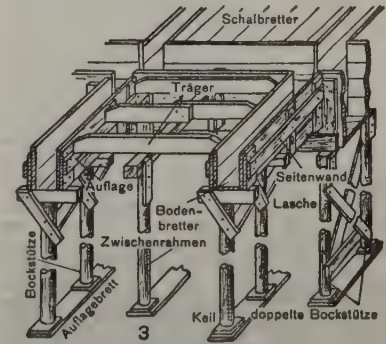
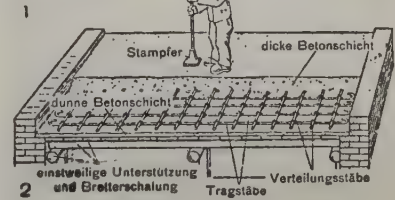
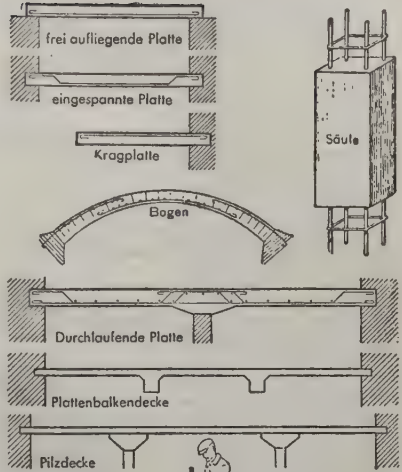
W. SCHULZE: Der Baustoff B. und seine Technologie (1961); **W. GRÜN:** B. (1959).

Betonbau, eine Bauart, die durch Anwendung von unbewehrtem Beton gekennzeichnet ist. Der B. im engeren Sinne des Wortes ist wohl zu unterscheiden vom Stahlbetonbau. Unbewehrte B. sind z. B. Wohnbauten, deren Wände aus Ziegelsplittbeton geschüttet werden, Brücken aus reinen Betongewölben (z. B. Isarbrücke bei Grünwald, 70 m weit gespannt), Durchlässe, Gewichtstaumauern und Stützmauern.

Betonmischmaschine fertigt Betongemisch aus Zuschlagstoffen, Zement und Wasser. *Freifallmischer* arbeiten absatzweise. Durch einen Schrägaufzug werden Zuschlagstoffe und Zement in eine Mischtrommel eingefüllt, durch eine Abmeßvorrichtung Wasser zugesetzt. Kleinere Mischer werden durch Schwenken entleert, größere meist durch Umsteuern der Drehrichtung und Entleerungsschaufeln. Beim *Zwangsmischer* dreht sich in einem Gehäuse eine mit Rührarmen versehene Welle. **BILD S. 59.**

Betonrüttler, Gerät zum Verdichten des Betons durch Vibration. *Außenrüttler* werden an der Schalung angesetzt, *Innenrüttler* bei Massenbeton verwendet. An einer biegsamen Welle von 4–5 m Länge befindet sich die Rüttelflasche, in der ein mit einer Unwucht versehener Körper mit sehr hoher Drehzahl umläuft und dadurch starke Erschütterungen auf die Betonmasse überträgt. Nach dem gleichen Prinzip arbeiten *Rütteltische*, mit denen Fertigbetonteile hergestellt werden.

Betrag, absoluter Betrag, einer reellen Zahl a ist diejenige unter den beiden reellen Zahlen $+a$ und



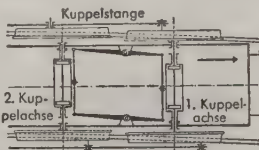
Beton: 1 Betonierung verschiedener Bauteile; 2 Betonierung einer Decke; 3 Schalung (Deckenkonstruktion); 4 Einschalen einer Betonwand; 5 Betonmischmaschine.

— a , die größer als oder gleich null ist. Der B . einer komplexen Zahl $c + d \cdot i$ ist derjenige Wert der Wurzel $\sqrt{c^2 + d^2}$, der ebenfalls größer oder gleich null ist.

Bett, MASCHINENBAU: bei der Werkzeugmaschine der waagrecht gelagerte Hauptteil, der als Führungsteil die Grundlage für den gesamten Aufbau der Maschine bildet.

beuchen, Behandlung von Baumwollwaren in verdünnten Alkalilösungen bei höherer Temperatur zur Beseitigung der Faserbegleitstoffe und zur Steigerung des Netzvermögens.

Beugnotgestell, Verbindung zweier Eisenbahn-Kuppelachsen durch Lenkhebel (*Beugnot-Hebel*) derart, daß sie sich gegenseitig, aber immer parallel zueinander, verschieben. Das B . verbessert Beweglichkeit und Führung von Lokomotiven in Gleiskrümmungen und gestattet den Antrieb der Achsen mit einfachen Kuppelstangen.



Beugnotgestell in Gleiskrümmung, schematisch; ausgeführt bei der 5fach gekuppelten Güterzug-Tenderlokomotive der Dt. Bundesbahn von 1950. Die 1., 4. und 5. Achse sind in einem B . vereinigt.

Beugung, Diffraktion, tritt bei der Ausbreitung eines Wellenvorganges auf. Steht im Wege einer sich ausbreitenden Welle ein Hindernis, das die Welle nicht durchläßt, so werden auch in dem Raume hinter dem Hindernis Wellen erzeugt, da die vorbeilaufende Welle an den Kanten des Hindernisses umbiegt (gebogen wird) und in das abgeschirmte Gebiet eindringt. B . tritt bei jeder Art von Wellen auf. Sie ist relativ stark, wenn die Wellenlänge groß ist im Vergleich zu den Abmessungen des Hindernisses. Beispiele: Rundfunkwellen im Lang- und Mittelwellenbereich (Wellenlänge λ einige hundert Meter)

Bevatron (von amerikan. *Bev* = billion electron volts), Beschleunigungsgerät für Protonen u. a. geladene Teilchen, technisch ein $\rightarrow$ Synchrotron.

größte läßt sich die Wellenlänge des gebeugten Lichts berechnen. Mit weißem Licht werden die B .-Erscheinungen farbig.

Da jede Linsenfassung als beugungsverursachende Bündelbegrenzung wirkt, weist jedes von einem Objektiv entworfene Bild eines leuchtenden Punktes eine Unschärfe auf, die das Auflösungsvermögen und die mit Nutzen anwendbare Vergrößerung begrenzt.

Die B .- und Interferenzerscheinungen werden vollständig durch das $\rightarrow$ Huygenssche Prinzip gesteuert. Die Überlagerung der nach diesem Prinzip von jedem Punkt einer Öffnung ausgehenden elementaren Kugelwellen liefert streng das beobachtete Ausbreitungsbild der Wellen.

Bei Verwendung eines regelmäßigen Systems vieler Spalte, (*Beugungsgitter*, $\rightarrow$ Gitter) überlagert sich dem Interferenzstreifensystem (*Beugungsspektrum*) jedes einzelnen Spaltes das Beugungsspektrum, das durch Zusammenwirken aller Spalte zustande kommt. Solche Gitter werden in $\rightarrow$ Spektralapparaten statt Prismen verwendet.

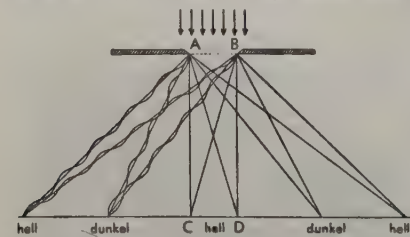
Für Wellen sehr geringer Wellenlänge (Röntgenstrahlen, $\rightarrow$ Materiewellen von schnellen Elektronen u. a.) wirken die Atome eines Kristallgitters als beugende Hindernisse. Die natürl. Kristall-Beugungsgitter werden daher in der Röntgenspektroskopie verwendet; umgekehrt untersucht man an Hand der Interferenzerscheinungen durch B . an Kristallen die Kristallstruktur.

Bewässerung, Zufuhr von Wasser zur Förderung des Pflanzenwachstums, zur Erhöhung der Bodentemperatur und zur Vermeidung von Spätfrostschäden. Einfachster Fall ist die B . durch Überstauung von Wasserläufen (Stauwiesenbau). Ein Nachteil der Überstauung, der längere Wasserabschluß und damit die Versauerung der Flächen, kann durch die Stauberieselung vermieden werden. Hier läuft bei konstanter Stauhöhe dauernd frisches Wasser zu und verbrauchtes Wasser ab.

Bei einem natürlichen Geländegefälle von mehr als 2% wird, vorzugsweise auf Grünland, oft die *Berieselung* angewendet. Bei künstlicher Herstellung des Gefälles im *Kunstwiesenbau* kann die Berieselung neben dem *Hangbau* (Berieselung in einer Richtung) im *Rückenbau* durchgeführt werden, bei dem das Wasser von einer Zuführungsrinne nach beiden Seiten die dachförmigen Flächen berieselt.

Die enge Verbindung von Ent- und Bewässerung kommt im gemäßigten Klima im *Grabeneinstau* deutlich zum Ausdruck. Die Entwässerungsgräben oder -stränge werden in trockenen Jahren verschlossen, womit ein gewisser Bewässerungseffekt erzielt wird. Eine Rückführung des durch Entwässerung abgeführten Wassers ist hierbei jedoch nicht möglich.

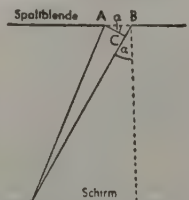
Für alle Zwecke der B . tritt die künstliche *Beregung* immer mehr in den Vordergrund. Durch eine Kreis- oder Kolbenpumpe wird das Wasser vorwiegend in oberirdisch beweglichen „fliegenden Leitungen“ den Regendüsen oder Regnern zugeführt. Je nach der Wurfweite spricht man von *Kurz*-, *Mittel*- und *Weitstrahlregnern*. Je nach Anordnung und Verwendung unterscheidet man *Schwenkregner*, *Düsenflügelregner* und die im Ackerbau am häufigsten verwendeten *Drehstrahlregner*. *Flachstrahlregner* bestehen aus Verteilköpfen mit starr angeordneten Düsen, die zwischen die Rohre alle 12 m eingekuppelt werden; erforderl. Wasserdruck an der Düse 1–2 atü, geringe Wurfweite (6 m), hohe Regendichte (20–40 mm/Stunde). *Mittel- und Weitstrahlregner* sind langsamdrehende Kreisregner, deren Umdrehung durch Reaktionsdruck und Hemmwerk geregelt wird; 1 Umdrehung 1–6 min, Düsendrücke 1,5–5 atü, Wurfweiten 15 bis 50 m, Regendichte 2–20 mm/Stunde. Die *Regenkanone* verwendet Druckkessel, in denen das Wasser bis zum Erreichen eines bestimmten Druckes angesammelt wird; sie schießt daher in kurzen Zeitabständen einen Wasserstrahl mit hohem Druck ab; Wurfweite bis zu 90 m.



Beugung: Entstehung von Interferenzstreifen durch Beugung am Spalt.

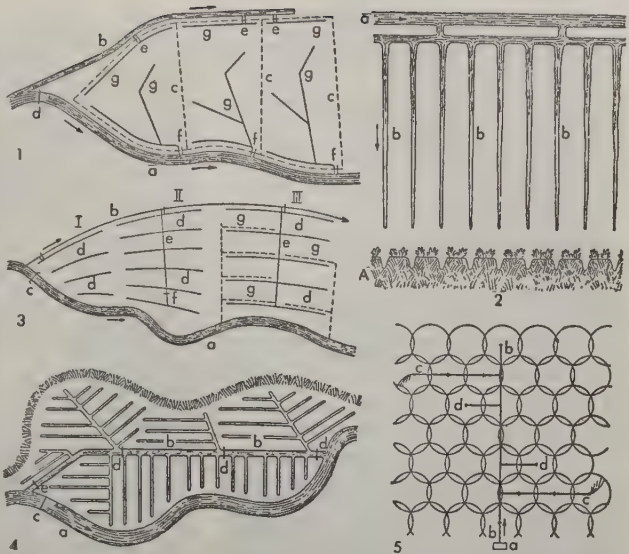
folgen der Erdkrümmung; für *Ultraschallwellen* ($\lambda \approx 1$ m) ist die Erdoberfläche schon zu stark gekrümmt; *Schallwellen* ($\lambda = 2$ cm bis 20 m) laufen um nicht zu große Hindernisse herum, hohe Töne schlechter; bei *Lichtwellen* ($\lambda \approx 5 \cdot 10^{-8}$ cm) kann die B . nur selten unmittelbar beobachtet werden; an *Röntgenstrahlen* ($\lambda \approx 10^{-8}$ cm) gelang der eindeutige Nachweis der B . nur mit Hilfe von Kristallgittern (V. LAUB, FRIEDRICH und KNIPPING, 1912).

Beim Licht tritt die B . immer in Verbindung mit $\rightarrow$ Interferenz auf (BILD). Man beobachtet in der Nähe jeder Grenze zwischen Licht und Schatten parallel zur Schattengrenze laufende hellere und dunklere Streifen, die durch Interferenz entstehen. Aus dem Abstand der durch B . entstandenen Interferenzstreifen hinter einem Spalt und der Spalt-



Beugung: Berechnung der Wellenlänge λ ; es gilt $AB \sin \alpha = BC = \lambda/2$.

Bewässerung: 1 Überstauung; a Fluß, b Zuleiter, c Dämme, d Stauschleuse, e Einlaßschleusen, f Auslaßschleusen, g Verteil- und Entwässerungsgräben. 2 Furchenberieselung, A im Querschnitt; a Zuleitungsgraben, b Verteilgraben. 3 Natürlicher Hangbau mit verschiedenen Unterarten (I–III); a Fluß, b Zuleiter, c Stauschleuse, d Rieselnrinnen, e Verteilgraben, f verschiebbarer Abschluß, durch den der unmittelbar darüber gelegene Hangabschnitt mit Frischwasser versorgt wird, g Abzugsrinnen, die das bereits benutzte Wasser ableiten und so eine Versorgung der tiefer liegenden Hangabschnitte mit Frischwasser ermöglichen. 4 Grabeneinstau; a Fluß, b Zuleiter, c Wehr, d Stauschleusen, e Einlaßschleusen. 5 Feldleitungsschema für Beregnung im Sechseckverband (System Lanning); a Pumpe, b Feldleitung, c Hauptflügel, d Zusatzflügel.



Die Düse von Kurzstrahlregnern kann so fein gewählt werden, daß statt des Regens Wasserstaub oder Nebel verteilt wird: *Verneblungsdüse*, Düsendruck 3 atü, Reichweite 3–5 m. – Die neuere Entwicklung verläuft in Richtung geringer Regendichte. Zu dieser Art der Beregnung, der *Langsamaberegnung*, werden ebenfalls Drehstrahlregner eingesetzt, deren Regendichte jedoch nur 1–2 mm/Stunde beträgt.

Bewegung, 1) MATHEMATIK: eine $\rightarrow$ Transformation, bei der der Abstand zweier Punkte erhalten bleibt. Jede B. läßt sich aus einer *Drehung* um einen festen Punkt und einer *Parallelverschiebung* zusammensetzen.

2) PHYSIK: die Ortsveränderung eines Körpers, bezogen auf einen anderen Körper (Bezugssystem, z. B. Beobachter). Geradlinige B. sind einzuteilen in *gleichförmige* und *ungleichförmige* B. Bei *krümmförmigen* B. ist auch dann eine (senkrecht zur Bahn gerichtete) Beschleunigung vorhanden, wenn die *krümmförmigen* B. mit gleichbleibender Geschwindigkeit erfolgt. B. um eine während der B. ruhende feste Achse heißen *Rotationen* oder *Drehungen*. – Bei jeder B. eines abgeschloss. Systems bleiben Gesamtenergie, Gesamtimpuls, Schwerpunkt und Gesamtdrehimpuls unverändert erhalten ($\rightarrow$ Erhaltungssätze).

In einem *B.-Diagramm* wird auf der waagerechten Achse die Zeit, auf der senkrechten der Weg aufgetragen. Eine gleichförmige B. gibt in einem Bewegungsdiagramm eine gerade Linie, eine ungleichförmige eine Kurve; die Geschwindigkeit der B. ist gleich der Steilheit der Kurve. Wird bei einer ein-

dimensionalen, d. h. in einer Geraden verlaufenden B. statt des Weges die Geschwindigkeit in ihrem zeitlichen Verlauf aufgetragen, so gibt die Steilheit der Kurve die Beschleunigung.

Die B. ist ein relativer Begriff. Bewegt sich ein Mensch auf einem fahrenden Schiff, so ist seine B. relativ zum Schiff eine andere als relativ zur Erde; letztere wieder anders als eine B. relativ zur Sonne. Ohne Angabe des gemeinten Bezugssystems ist deshalb jede Beschreibung von B. inhaltslos.

B.-Energie, $\rightarrow$ Energie; B.-Größe, $\rightarrow$ Impuls.

B.-Lehre, die Grundwissenschaft der techn. Mechanik.

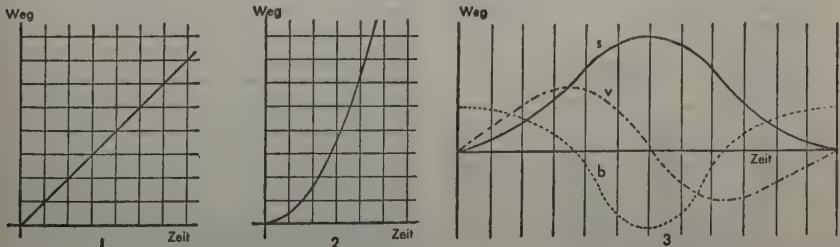
B.-Studien, in der modernen Industrie auf Filmstreifen aufgenommene B. bei Arbeitsvorgängen, erscheinen durch Ausrüstung der bewegl. Teile mit Glühlämpchen als Lichtkurven, dienen der rationelleren Gestaltung von Arbeitsgängen.

Bewetterung, Zuführung frischer, oft gekühlter Luft in unterird. Bergwerksanlagen, $\rightarrow$ Bergbau.

Bewölkung, der Grad der Bedeckung des Himmels mit Wolken; sie ist für die Wettervoraussage von großer Bedeutung und wird in Zehnteln, heute vielfach in Achteln der Himmelsfläche nach Schätzung angegeben (0 = wolkenlos). Die Linien gleicher Stärke der B. in Karten heißen *Isonephnen*.

Bezugssystem, RELATIVITÄTSTHEORIE: der eigene Bewegungszustand des Beobachters, der die Bewegungen anderer Körper mit den seinigigen vergleicht oder sie auf sich bezieht.

Bl, chem. Zeichen für $\rightarrow$ Wismut.



Bewegungsdiagramme: 1 gleichförmige Bewegung; 2 gleichförmig-beschleunigte Bewegung; 3 Bewegung des Kreuzkopfes einer Schubkurbel; s Weg, v Geschwindigkeit, b Beschleunigung.

Biberschwanz, 1) flacher Dachziegel; 2) eine dem Fuchsschwanz ähnl. Handsäge.

Bichromate, *Dichromate*, die Salze der Dichromsäure, $H_2Cr_2O_7$. Das wichtigste ist das Kaliumbichromat, $K_2Cr_2O_7$.

Biebricher Scharlach, *Altscharlach*, wichtiger Disazofarbstoff (Azofarbstoffe, $\rightarrow$ Azoverbindungen) für Wolle, Seide, Lackfarben usw.

biegen, fertigungstechn. Vorgang der bildsamen Formung von Werkstoffen verschiedener Art, bei dem keine wesentl. Änderung in der Dicke des Werkstoffes eintritt.

1) **B. VON METALL** (Blech, Stäbe, Draht): Zylinder und Kegel aus Blech sowie Ringe aus Stabmaterial werden meist auf der *Biegemaschine* (*Rundmaschine*) hergestellt.

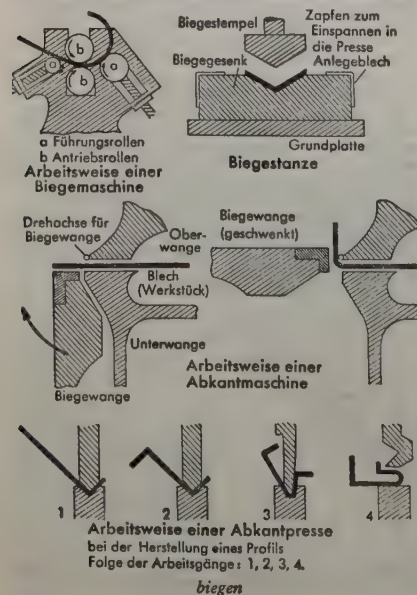
Die Herstellung von Profilen beliebiger Art aus Blech wird auch als *Abkanten* bezeichnet. Auf der *Abkantmaschine* (*Biegebänk*) wird das Blech zwischen Oberwange und Unterwange eingespannt, um die Vorderkante der Oberwange geschwenkt, so daß die Form der Oberwange die Rundung bestimmt. Bei der *Abkantpresse* übernehmen Oberwange und Unterwange allein die Formung. Dünnwandige Rohre werden vor dem Biegen mit Sand oder Kolophonium gefüllt.

Massenteile aus Blech oder Draht werden meist auf der Exzenter- oder Kurbelpresse mit *Biegestanze* hergestellt. Das Werkstück wird dabei zwischen Biegestempel und Biegegesenk geformt.

Für das B. von Rohren gibt es besondere *Rohrbiegevorrichtungen*, z.B. die *Rohrbiegezange* für dünnwandige Rohre.

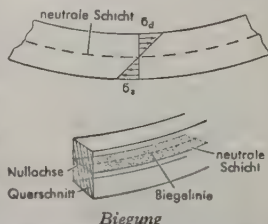
2) **B. VON HOLZ**: geradfaseriges, möglichst fehlerfreies Holz wird vor dem B. in Satteldampf (bei 100 bis 120°C) gedämpft oder in Wasser gekocht. Beim Biegevorgang wird ein Stahlband auf die Zugseite des Biegestabes aufgebracht (*Thonet-Verfahren*), so daß es den größten Teil der Zugspannungen beim B. aufnimmt und das Holz nur ungleichmäßigere Druckspannungen aufzunehmen hat. Nach ähnl. Prinzip arbeiten zahlreiche *Holz-Biegemaschinen*.

3) **B. VON KUNSTSTOFFEN** ist praktisch nur bei Thermoplasten, d. h. bei warmplastischen Kunststoffen möglich. Platten, Rohre oder Profile aus diesen Stoffen werden nach Anwärmen im heißen Wasser- oder Ölbad oder auch nach Heißluftwärmung



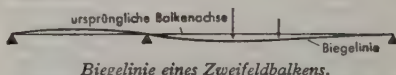
über Schablonen gebogen und in dieser Lage bis zur Abkühlung gehalten.

Biegung, die Wirkung dreier oder mehrerer im Abstand voneinander wirkender Kräfte quer zur Längsachse eines Körpers oder einer oder mehrerer Kräfte auf einen eingespannten Körper. Die hohl gebogene Seite erleidet dabei Verkürzung und Druckspannung σ_d , die erhabene gebogene Verlängerung und Zugspannung σ_z (*Biegespannungen*). Zwischen Zug- und Druckspannung liegt eine unbeanspruchte, *neutrale Schicht*, deren Schnitt mit dem jeweiligen Querschnitt eine gerade Linie, die *Nullachse* oder *Nulllinie*, bildet und durch den Schwerpunkt des Querschnitts geht. Die Hauptlinie der neutralen Schicht (Verbindung aller Schwerpunkte) heißt *Biegelinie*; sie gibt die durch B. entstehende Verformung der Achse stab- und balkenartiger Bauteile an. Den angreifenden



Kräften, die als *Biegemoment* (Kraft mal Kraftarm) wirken, halten die inneren Kräfte als Produkt aus Biegespannung und Widerstandsmoment das Gleichgewicht.

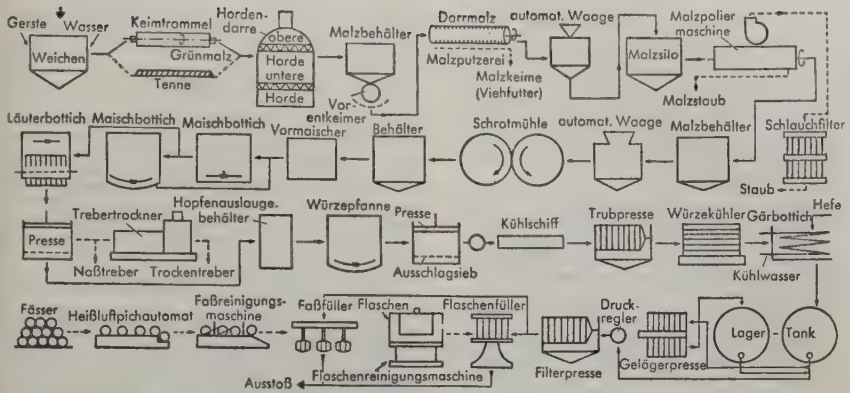
Die Festigkeit, die der Baustoff eines auf B. beanspruchten Balkens (im statischen Sinne) gegenüber den Zugspannungen aufweist, heißt *Biegezugfestigkeit*.



Bielacher Komet, ein 1826 von **WILH. BIELA** (1782–1856) in Böhmen entdeckter Komet, der sich mit 6½ Jahren Umlaufzeit als regelmäßig wiederkehrend erwies. Im Januar 1846 teilte er sich plötzlich in zwei Kometen, die nach 3 Monaten einen Abstand von etwa 300 000 km und 1852 einen solchen von etwa 2 500 000 km erreichten. Beide wurden seit 1852 nicht wieder gesehen; wahrscheinlich haben sie sich gänzlich aufgelöst. Die jährlich um den 25. Nov. auftretenden Sternschuppen (*Bieliden*) rühren wohl von ihren Überresten her.

Bienenwachs besteht hauptsächl. aus dem Ester des Myrzylalkohols, eines geradkettigen Paraffinalkohols, $C_{26}H_{54}OH$, mit Palmitinsäure, $C_{16}H_{33}COOH$. Ferner liegen im B. vor: Zerotinsäure, $C_{26}H_{53}COOH$, Melissinsäure, $C_{28}H_{56}COOH$, und höhere Paraffinkohlenwasserstoffe. Es wird als *Cera alba* oder *Cera flava* zur Herstellung von Kremen und Salben, Pflastern, von wertvolleren Bohnerwachsen, Kerzen u. a. verwendet.

Bier wird aus Malz, Hopfen und Wasser durch alkohol. Gärung hergestellt. Die Herstellung (*Braueret*) gliedert sich in das Mälzen (Bereitung des $\rightarrow$ Malzes), das Würzekochen (eigentlicher Brauvorgang) und die Vergärung. Zur Würzebereitung wird das Malz grob gemahlen, geschrotet, und im Sudhaus mit heißem Wasser zur *Maische* gemischt, *gemaischt*, wobei Abbaustoffe der Stärke (Dextrine, Malzzucker) und des Eiweißes sowie Mineralstoffe u. a. als „Extrakt“ in Lösung gehen. Dann wird abgeläutert, d. h. man entfernt im Läuterbottich oder der Filterpresse die Malzrückstände, die *Teber*, die als Futter dienen. Hierauf kocht man die Flüssigkeit mit Hopfen, dessen Bitterstoffe Eiweiß ausfällen und das Bier würzen, haltbarer und bekömmlicher machen, in der Würz- oder Braupfanne zur eigentlichen Würze ein. Man filtert die Hopfenrückstände ab und kühlt die Würze im Kühlschiff oder Kühlapparat, wobei sich das Kühlgeläger, der *Trub*, absetzt und eine Kruste von *Bierstein* (hauptsächlich oxal- und phosphorsaurem Kalk) bildet. In den Gär-



Bier: Schema der Bierherstellung (nach Heiss, Lebensmitteltechnologie).

gefäßen versetzt man nun die Würze mit Hefe (*Satz, Zeug*), die unter Gärung einen Teil des Zuckers der Würze in Alkohol und Kohlendioxid verwandelt. Bei der älteren *Obergärung*, wobei die gärende Hefe oben auf schwimmt, entstehen bei 12–25°C in 2–3 Tagen die obergärigen B. (z. B. Weißbier, Porter, Ale), bei der *Untergärung*, wobei die Hefe unter geringer Erwärmung am Grunde bleibt, die haltbareren untergärigen B. Die Gärung dauert 8–10 Tage und wird durch Kühlung auf 4–10°C gehalten, wobei sich die Hefe absetzt. Das entstandene *Jungbier* wird möglichst klar auf Lagerfässer gehoben (geschlaucht) und ist nach 9–24 Tagen der Nachgärung bei offenem Spund und mehrtägigem Liegen unter Verschluss fertig zum Abfüllen in Fässer und Flaschen, in denen es durch Erhitzen auf 60–70°C pasteurisiert wird.

H. LÜERS: Grundriß der Bierbrauerei (*1949); M. HOFFMANN: 5000 Jahre B. (1956).

Bierdruckapparat, Gerät, mit dem das Bier aus den unter dem Schantkisch oder im Keller lagernden Fässern zum Zapfhahn am Schantkisch durch Kohlendioxid oder Druckluft emporgedrückt wird.

bifilar, zweifädig. Bei *bifilarer Aufhängung* hängt ein Körper an zwei meist parallelen Drähten. Sie wird in einigen empfindl. Meßinstrumenten verwendet. – *Bifilare Wicklung*, in der Elektrotechnik eine induktionsfreie Wicklung, die bes. für Präzisionswiderstände angewandt wird. Der Widerstandsdraht wird in der Mitte zusammengelegt und dann von der Umbiegungsstelle aus aufgespult, so daß die induktiven Wirkungen eines durchfließenden Stromes wegen seiner Gegenläufigkeit in beiden Drahthälften sich gegenseitig aufheben.

Bifokalgläser, Doppelbrennpunktgläser, →Brille.

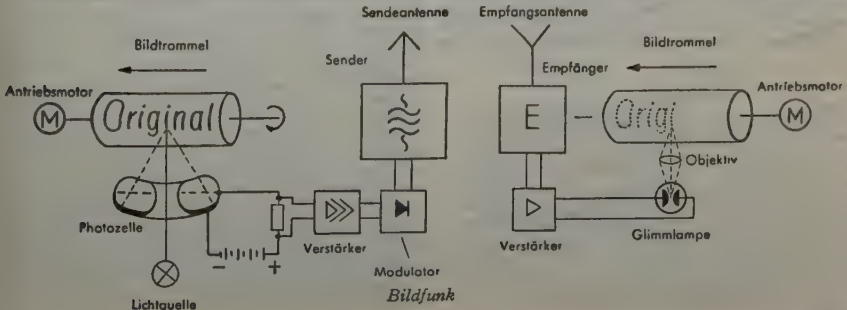


Bikarbonate, saure kohlen saure Salze, z. B. Natriumbikarbonat (Natriumhydrogencarbonat oder doppeltkohlen saures Natrium), NaHCO_3 .

bikonkav heißen →Linsen, die auf beiden Seiten hohl, *bikonvex* solche, die erhaben geschliffen sind.

Bild, GEOMETRISCHE OPTIK: →Abbildung.

Bildfunk, *Bildtelegraphie*, die originalgetreue elektr. Übertragung von Schwarzweiß-Vorlagen (Schriften, Wetterkarten usw.) und Halbton-Bildern (Photos) auf dem Funk- oder Drahtwege. Bei den meisten Verfahren wird auf der Sendeseite die Vorlage auf eine Trommel gespannt, die sich dreht und gleichzeitig in Achsrichtung verschiebt. Ein Lichtstrahl von punktförmigem Querschnitt tastet ihre Oberfläche in Form einer engen Schraubenlinie ab. Jeder vom Lichtstrahl getroffene Bildpunkt reflektiert das Licht je nach seinem Schwärzungswert mehr oder weniger stark auf eine meist ringförmige Photozelle und erzeugt in dieser einen Photostrom entsprechender Intensität, der verstärkt und zur Gegenstelle übertragen wird. Zur Vereinfachung der Verstärker arbeitet man bei der Abtastung mit einem elektrisch oder durch eine rotierende Lochscheibe erzeugten Trägerfrequenz-Wechselstrom, der von den Bildsignalen moduliert wird. Auf der Empfängerseite ist die Bildwalze mit lichtempfindlichem Material (Film, Papier) bespannt. Auf diesem ruft der punktförmig konzentrierte Lichtstrom einer Glühlampe, deren Helligkeit von den ankommenden Bildsignalströmen gesteuert wird, dem Original entsprechende lagengleiche Schwärzungswerte hervor, die zusammen eine getreue Reproduktion der Vorlage liefern. Das Bild kann dabei als Positiv oder als Negativ empfangen werden. Gleichlauf und Phasenlage beider Trommeln werden vor Beginn der Übertragung kontrolliert und während der Bildübertragung durch Stimmgabeln gesteuert. Für eine ausreichende Bildgüte dürfen die Bildpunkte nicht größer als $0,25 \times 0,25 \text{ mm}$ sein, d. h. es fallen 1600



Bildmeßgeräte – Bimetall

Bildpunkte auf 1 cm^2 . Die Übertragung eines Bildes der Größe $13 \times 18\text{ cm}$ dauert etwa 6 min.

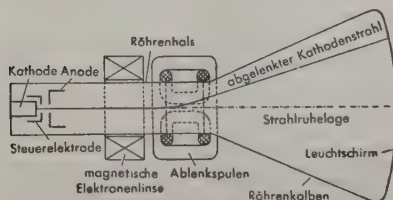
Da bei drahtloser Übertragung, vor allem auf den Kurzwellenverbindungen nach Übersee, Schwunderscheinungen die Bildwiedergabe stören, müssen hier vor der Ausstrahlung durch den Sender die amplitudenmodulierten Bildzeichen in frequenzmodulierte Zeichen umgesetzt und auf der Empfangsseite wieder in amplitudenmodulierte Zeichen zurückverwandelt werden.

Bildmeßgeräte. Geräte zum Ausmessen von Punkten und Winkeln in Stereoaufnahmen, z. B. Stereokomparator, Radialtriangulator ($\rightarrow$ Photogrammetrie).

Bildpilot, Fernsehen: eine Einrichtung zur Anzeige der Abstimmung des Empfängers, bei der auf dem Bildschirm ein Bildmuster (z. B. ein Keil) dargestellt wird, dessen Lage oder Form mit der Abstimmung verändert wird.

Bildröhre, Bildschreiberöhre, beim Fernsehempfänger die $\rightarrow$ Braunsche Röhre, auf deren Leuchtschirm das Empfangsbild entsteht, $\rightarrow$ Fernsehen.

Zur Fokussierung des Elektronenstrahls wird jetzt meist eine elektrostatische Elektronenlinse benutzt, die in den Röhrenhals eingebaut ist. Der Röhrenhals und der Röhrenkolben wurden, um die Tiefe des Fernsehempfängers verringern zu können, kürzer bemessen, wodurch sich ein Ablenkwinkel von 110° statt 70° oder 90° ergeben hat. Die Leuchtschicht wird zur Erhöhung der Lichtausbeute mit einer als Spiegel wirkenden Aluminiumschicht hinterlegt, die jedoch so dünn ist, daß der Elektronenstrahl hindurchdringen kann.



Bildröhre für Fernsehempfänger (schematisch)

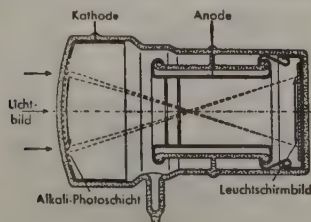
Bildspeicher, $\rightarrow$ Optron.

Bildumwandler, Gerät zum Betrachten eines photograph. Negativs als Positiv. Das Negativ wird auf eine gleichmäßig zur Fluoreszenz angeregte Leuchtstoffolie projiziert, deren Fluoreszenz dadurch so beeinflusst wird, daß das Bild als Positiv erscheint.

Bildungswärme, Reaktionswärme, die Wärmemenge, die bei der Bildung chem. Verbindungen frei oder gebunden wird, meist auf ein $\rightarrow$ Mol bezogen.

Bildverstärker, $\rightarrow$ Optron.

Bildwandler, eine elektronenopt. Anordnung zur Umwandlung von Lichtbildern, hauptsächlich Infrarotbildern, in Elektronenbilder, die sich durch Fluoreszenz auf einem Schirm wieder sichtbar machen lassen. Das Lichtbild wird durch ein lichtstarkes Objektiv auf die meist durchsichtige Silber-Zäsiunoxido-Zäsiun-Photokathode einer Alkalizelle projiziert. Die emittierten Elektronenstrahlen ge-

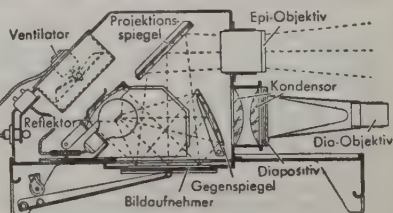


Bildwandler-Diode (Schnitt)

langen gemäß ihrer Verteilung durch eine Elektronenlinse auf einen Fluoreszenzschirm. Das sichtbare Leuchtschirmbild hat dann dieselbe Intensitätsverteilung wie das ursprüngl. Lichtbild. Der B. wird angewendet zur direkten Beobachtung von Infrarotstrahlern, zur unmittelbaren Bildkontrolle in der Infrarot-Mikroskopie und bes. zur Beobachtung von Gegenständen, die mit Infrarotlicht angestrahlt werden, bei Nacht (Nachtfernrohr, Nachtfahrgerät) oder bei Nebel und Dunst. Beim Fernsehen dient der B. zur Vergrößerung der Empfindlichkeit der Bilderzeugerröhre. Ferner ist es möglich, durch B. die Helligkeit von Röntgenbildern auf Hundertfache zu erhöhen. In der Astrophysik ist der B. ein wesentlicher Bestandteil eines Elektronenfernrohrs ($\rightarrow$ Elektronengeräte).

Über B. auf optoelektronischer Grundlage $\rightarrow$ Optron.

Bildwerfer, Projektionsapparat, Projektor, opt. Gerät zur Erzeugung einer Abbildung auf einer Bildwand. Der B. kann für Stehbilder (Diaskop, Episkop) oder Laufbilder (Kinoprojektor) eingerichtet sein. In Deutschland ist das Format der Glasbilder für Bildwurf auf $8,5 \times 10\text{ cm}$ genormt, bei Kleinbildwerfern ist die Größe $5 \times 5\text{ cm}$.



Bildwerfer: Epidiaskop (Schnitt)

Mit dem **Diaskop** werden Glasbilder (Diapositive) projiziert, mit dem **Episkop** Papierbilder; B. mit Einrichtung für beide Bildarten heißen **Epidiaskop**. Techn. Hauptteile solcher B. sind eine sehr helle Lampe (Spezialglühlampe oder Bogenlampe), ein Spiegel- oder Linsen Kondensor, Bildrahmen oder Bildbühne, verstellbares Objektiv, bei lichtstarken B. auch ein Ventilator zum Kühlen des Bildes.

Kinoprojektoren, $\rightarrow$ Filmtechnik.

Bilderleger, $\rightarrow$ Fernsehen.

bilinear, $\rightarrow$ linear.

Bilirubin, braunes Umwandlungsprodukt des Hämoglobins, das vorwiegend in der Leber entsteht und in die Galle abgeschieden wird, der es ihre gelbe Farbe verleiht. Durch Oxydation geht es in das grüne **Biliverdin** über.

Billiarde, 1000 Billionen.

Billion, in Deutschland 1000 Milliarden; in Frankreich und USA 1 Milliarde.

Biluxlampe, elektr. Glühlampe für Autoscheinwerfer mit zwei Glühfäden.

Bimetall, ein Metallstreifen aus zwei miteinander verschweißten Metallbändern mit verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten (z. B. Stahl und Messing oder Stahl und Invar). Beim Erhitzen dehnen sich die beiden Bänder verschieden stark aus; dadurch krümmt sich der Streifen nach der Seite des Metalls mit der geringeren Ausdehnung. Diese Krümmungsbewegung kann z. B. zur Steuerung elektr. Kontakte benutzt werden. Bimetallstreifen finden u. a. Verwendung bei Temperaturreglern in Zentralheizungen, Kühlschränken, elektr. Heizkissen, Bügeleisen sowie als B.-Auslöser in Schutzschaltern für Elektromotoren, als Schaltorgan bei Blinkschaltern.

Bimetallplatte, bei $\rightarrow$ Flachdruckverfahren verwendete Trägerplatte aus einem wasserhaltenden und daher farbabstoßenden Metall (z. B. rostfreier Stahl), auf die ein dünner Überzug aus einem farbbildenden Metall (Kupfer) vor oder nach der Bildübertragung aufgebracht wird. B. gestatten eine geringere Wasserführung und höhere Auflagen.

Bimsstein, ein poröses, saures bis basisches Ergußgestein, glasig, durch Gase während des Ergusses aufgebläht. *Bimstoffe* sind verfestigte vulkanische Aschen und Sande und finden wie der B. Verwendung als Baustoff, z. B. Hohlblocksteine; B.-Stücke oder gemahlener B. dienen als Schleif-, Polier- und Putzmittel.

binär, aus zwei Einheiten bestehend. *Binäre Formen* sind ganze homogene Funktionen zweier Veränderlicher, z. B. $ax^3 + bxy + cy^3$. *Binäre Zahlen*, Zahlen des $\rightarrow$ Dualsystems.

binaurales Hören, das Abhören einer stereophon. Darbietung mit Kopfhörer (*Stereophonie*, $\rightarrow$ Stereofilm), dessen zwei Muscheln von verschiedenen $\rightarrow$ Kanälen gespeist werden.

Bindemittel, Stoffe zum Zusammenhalten, Verkleben fester Körper. *Mörtel-B.* verkleben, mit Wasser angemacht, die Körner des Zuschlagstoffes miteinander; erhärten sie nur an der Luft (Lehm, Kalk, Gips, Sorelzement), werden sie *unhydraulische*, wenn auch unter Wasser (hydraul. Kalk, Zement), werden sie *hydraulische B.* genannt.

Farb-B. bei Anstrichfarben sind: der flüssige und gelöste Anteil mit Ausnahme der gelösten Farbstoffe. Dafür wird auch der Ausdruck *Streichmittel* (*Malmittel*) gebraucht. B. des Anstrichs sind die filmbildenden Bestandteile, die aus dem flüssigen Anteil der Anstrichfarbe entstehen. Als *Binder* bezeichnet man im allgemeinen Emulsionsbindemittel. *Bitumenöse B.* werden durch Abkühlen oder Verdunsten des Lösungsmittels fest. Kitten, Kleister, Leim und (tonige, kalkige, silikatische) Stoffe, die gröbere Teile von Natursteinen, z. B. Sandstein, verbinden, sind ebenfalls B.

Binder, 1) $\rightarrow$ Dach. 2) Mauerstein, der mit seiner langen Seite senkrecht zur Mauerfront liegt; Gegensatz: *Läufer*. 3) $\rightarrow$ Mähmaschine.

Bindfaden, stark gedrehte Garne aus Flach oder Hanf, zwei- oder dreifach verzwirnt und anschließend gevlättet (poliert), für Verpackungs- und techn. Zwecke.

Bindigkeit, das Zusammenhalten der Böden. Sie ist bei Sandböden gering. Mit steigendem Ton- und Feuchtigkeitsgehalt nimmt die B. zu, die Bearbeitbarkeit ab (schwere Böden).

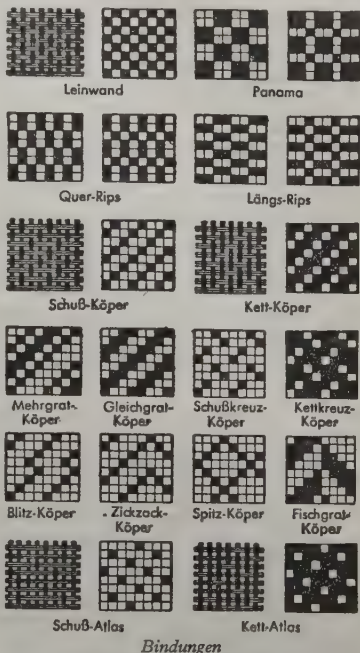
Bindung, 1) CHEMIE: Art des Zusammenhalts der Atome innerhalb eines Moleküls, im Kristall oder an Grenzflächen. Man unterscheidet *Hauptvalenz-* und *Nebervalenz-B.*; erstere umfaßt drei Typen: a) *heteropolare, polare, ionogene B.*, durch elektrostatische Kräfte zwischen entgegengesetzt geladenen Ionen (z. B. bei Salzen); b) *homöopolare, unpolare, kovalente B.*, durch $\rightarrow$ Austauschkräfte, verursacht durch schnell wechselnden Austausch der äußeren Elektronen (z. B. zweiatomige Gas-moleküle); c) *metallische B.*, beruht auf der leichten Beweglichkeit der äußeren Elektronen zwischen den Atomrümpfen im Metallgitter.

2) KERNPHYSIK: Art des Zusammenhalts der Kernbestandteile im Atomkern, verursacht durch $\rightarrow$ Austauschkräfte ($\rightarrow$ Kernphysik).

3) SCHLEIFTECHNIK: Art des Zusammenhaltens der Körner einer Schleifscheibe. Es gibt *keramische B.* (Silikate), *vegetabile B.* (z. B. Gummibindung), *Kunstharz-B.*, *mineralische B.* (z. B. Zement). Je nachdem die B. die Körner festhält, so daß sie nur schwer ausbrechen, oder nur lose, so daß sie leichter ausbrechen, und neue Körner zum Schnitt kommen, wird die Schleifscheibe hart oder weich genannt.

4) TEXTILTECHNIK: die gesetzmäßige Verschlingung der Fäden bei Geweben, Wirk- und Strickwaren sowie bei Geflechten. Zu einem *Gewebe* gehören 2 sich rechtwinklig verkreuzende Fadensysteme, von denen die Kette auf dem Webstuhl längs, der Schuß quer verläuft. Es gibt 3 Grundbindungsarten: a) *Leinwand-B.* (*Tuch-* oder *Taft-B.*), b) *Körper-B.* (*Diagonal-B.* oder *Croisé-B.*) und c) *Atlas-B.* (*Satin-B.*) sowie Ableitungen davon. — Zur Anfertigung der Bindungszeichnung (*Patrone*) wird Millimeter- oder besonders kariertes *Patronenpapier* benutzt. Der Raum zwischen je 2 senkrechten Linien stellt einen Kettfaden, zwischen je 2 waage-

rechten Linien einen Schußfaden dar. Zur Markierung der Bindungspunkte wird an allen Stellen, wo die Kettfäden über den Schußfäden liegen (Hochgänge der Kette) das betreffende Quadrat mit Farbe angelegt. Die weißen Quadrate deuten obliegende



Bindungen

Schußfäden (Tiefgänge der Kette) an. Die Wiederholungseinheit des Musters heißt *Bindungsrapport*. Bei einer *Kett-B.* liegt mehr Kettmaterial, bei einer *Schuß-B.* mehr Schuß auf der Schauseite des Gewebes. *Beidrehte Gewebe* haben gleichmäßige Kett- und Schußverteilung.

binokular, mit beiden Augen oder für beide Augen zugleich, z. B. *binokulares Sehen*. Während aus sehr großer Entfernung parallel einfallende Strahlen auf beiden Netzhäuten identische Netzhautstellen treffen, fallen die Bilder von nahen Gegenständen (divergente Strahlen) auf seitl. etwas verschobene Netzhautstellen. Der Verschmelzungsakt wird als Tiefenwahrnehmung bewußt. Je größer die Differenzen der Netzhautstellen, desto näher erscheint der Gegenstand.

Binom, eine zweigliedrige Summe oder Differenz, etwa $a + b$. Der *binomische Satz* gibt an, wie die Potenz eines B. durch eine Reihe, die *binomische oder Binomialreihe*, ausgedrückt werden kann, z. B. $(a + b)^4 = a^4 + 5a^3b + 10a^2b^2 + 5ab^3 + b^4$. Die *Binomialkoeffizienten* sind die Koeffizienten der einzelnen Glieder der Binomialreihe. In $(a + b)^n$ ist der Koeffizient von $a^{n-k}b^k$ gleich

$$\frac{n \cdot (n-1) \cdot \dots \cdot (n-k+1)}{1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot k}$$

Biochemie, die Lehre von der Zusammensetzung und dem Zusammenwirken der chemischen Verbindungen, die am Aufbau der Lebewesen und an ihrem Stoffwechsel (Atmung, Verdauung, innere Sekretion) beteiligt sind. Die B. ist in vielen Aufgabenstellungen und Methoden verwandt und oft wesensgleich der *physiologischen Chemie*, die die Lebensvorgänge chemisch erforscht. Eine klare Abgrenzung beider Wissenschaften gegeneinander ist darum nicht möglich, doch ist der Aufgabenkreis der B. als einer Grundlagenwissenschaft weiter zu span-

nen als der der physiolog. Chemie, die sich mehr praktischen Fragestellungen widmet. Mit ihren Teilgebieten der Enzyme, Vitamine, Hormone, Eiweiße, Kohlenhydrate usw. steht die B. heute im Mittelpunkt des wissenschaftl. Interesses. Sie hat vor allem in Amerika eine außerordentliche Förderung erfahren. Besondere Förderung haben in neuester Zeit ihre Forschungen über den Mechanismus der nervösen Erregungszeugung und -leitung und über die chem. Grundlagen der Zellteilung und der Vererbung (→Molekulargenetik) erfahren. F. STRAUB: B. (1962); E. BALDWIN: B., Einf. in ihre Dynamik (1957).

Biochemischer Sauerstoffbedarf, BSB, der Verbrauch von im Wasser oder Abwasser gelösten Sauerstoff; unter bestimmten Bedingungen wird durch die Lebensvorgänge der im Wasser enthaltenen Mikroorganismen (Bakterien, Protozoen) beim Abbau der organ. Stoffe oder bei der Selbstreinigung der Vorfluter Sauerstoff verbraucht. Der auf 5 Tage bezogene BSB (BSB₅) ist ein analytischer Maßstab für den Gehalt des Wassers oder Abwassers an aerob abbaufähiger Substanz.

Biogasanlagen gestatten die Gewinnung von Faulgas (Methan) aus in Faulgruben gesammelten, gärenden Abfällen (Stallmist, Gemüseabfälle u. ä.). Bei Grossanlagen wird das Gas mit Kompressoren verdichtet; es hat hohen Heizwert und dient als Treibgas.

Bionik, die Anwendung biologischer Organisationsprinzipien, insb. der Informationsverarbeitung, zur Lösung technischer Probleme.

Biophysik, Grenzgebiet zwischen Physik und Biologie, wendet physikal. Denk- und Untersuchungsmethoden auf biologische Objekte an; z. B. Studium der elektr. Vorgänge, die Nervenfunktionen, Gehirntätigkeit, Herzschlag usw. begleiten. Ihre Hilfsmittel sind Oszillograph, Kurzwellen, Ultraschall, Elektronenmikroskope, Radioisotope, Untersuchung von Makromolekülen (z. B. Gene, Viren) u. a. Über die Beziehungen zur modernen physikal. Denkweise →Strahlenbiologie, →Quantenbiologie, →Treffertheorie.

Biotit, dunkler →Glimmer.

Biot-Savartsches Gesetz bestimmt die Stärke des von einem geraden, stromdurchflossenen Draht erzeugten Magnetfeldes als proportional der Stromstärke, umgekehrt proportional dem senkrechten Abstand vom Draht (BIOT und SAVART, 1820).

Birdseye-Apparat, Mehrplattenapparat zum Gefrieren von rechteckig verpackten Lebensmitteln zwischen tief gekühlten Platten (–30 bis –45° C).

Birkenknospenöl, Öl aus den Blattknospen der Birke, *Betula alba*, in Alkohol gelöst (neben Birken-saft) als Haarwasser verwendet.

Birkenrindenöl, *Gaultheriaöl*, *Wintergreenöl*, ätherisches Öl aus der Rinde der nordamerikan. Birke, *Betula lenta*; vorwiegend Salizylsäure-Methylester. Zumeist wird dieser an Stelle des Öles in der Pharmazie und Parfümerie verwendet.

Birnenäther, *Birnenessenz*, *Birnenöl*, Fruchtäther, eine alkoholische Lösung von Essigsäureamylester zur Bereitung von Fruchtbombons.

Bittermandelöl, *natürliches*, aus bitteren Mandeln durch enzymatische Spaltung und Wasserdampfdestillation gewonnen, enthält 75–85% Benzaldehyd und 2–3% Blausäure. Nach Entfernung der Blausäure Verwendung für Gewürzöle und in Spuren in der Likör-Industrie. *Künstliches B.*, →Benzaldehyd.

Bittersalz, rhombisches Mineral der Zusammensetzung $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, bildet meist Ausblühungen, selten Kristalle, dient in der Medizin als Mittel gegen Verdauungsstörungen.

Bitterstoffe, Pflanzeninhaltsstoffe von typisch bitterem Geschmack, wie *Lupulon*, $C_{28}H_{48}O_6$, aus Hopfen, *Anabsinthin*, $C_{28}H_{48}O_{10}$, aus Wermut, *Arnicin* aus Berg-Wohlfurh, *Santonin* aus Artemisia cina, *Quassin* aus dem Bitterholz, weitere aus Enzian, Bitterklee, Löwenzahn, Tausendgüldenkraut, Kalmus u. a. Die B. finden Verwendung bei der Her-

stellung von Genußmitteln (Bier-Hopfen, Magenbitter-Liköre), auch werden sie spezifisch, wie das Santonin als Wurmmittel, oder als Bittermittel allgemein medizinisch angewandt.

Bitumen, klebende, zähe Kohlenwasserstoffe, vorwiegend natürliche und künstliche Abdunstungsreste von Erdölen (Asphaltbasisölen); im Gesteins-gemenge als →Asphalt mit Schiefen und Kalken auch als Stinkschiefer, Stinkkalk bezeichnet. *Bitum-nöser Schiefer*, →Ölschiefer. *B.-Klebstoffe* dienen zum Verkleben von Fußbodenbelägen, wie Parkett, Linoleum, Faser- und Spanplatten. Sie sind in Benzol gelöst und schützen vor aufsteigender Bodenfeuchtigkeit. *B.-Pappe* ist teerfreie Pappe, eine mit B. getränkte Wollfilzpappe mit beiderseitiger B.-Deckschicht, die im Überzug bis 20% Steinmehl enthalten darf, deren Rolleninnenseite mit Talkum oder feinem Sand, und deren äußere Seite mit Talkum, Schiefer oder farbigem Gesteinssplitt abgestreut ist. *B.-Emulsionen* für den Straßenbau werden durch Verühren von heißem B. unter geringem Zusatz (etwa 1%) von Seife, Harz, Ton oder ähnl. Emulgatoren in Wasser hergestellt.

Biuret, das Amid der Allophansäure, $NH_2-CO-NH-CO-NH_2$, entsteht aus Harnstoff beim Erhitzen auf 160°C. Die mit Kalilauge versetzte wä-serige Lösung wird durch Kupfersulfat violettrot gefärbt (*Biurettreaktion*).

Bk, chem. Zeichen für →Berkelium.

Blackout, künstl. Vergrößerung der Absorption von Radiowellen in der →Ionosphäre, entsteht durch künstl. Vermehrung der leicht ionisierbaren Materie in Höhen zwischen 60 und 100 km, z. B. durch nukleare Höhenexplosionen.

blanchieren, 1) Glätten und Egalisieren der Fleischseite des gegerbten, gefetteten und getrockneten Leders, meist mit *Blanchiermaschinen*. 2) kurzzeitiges feuchtes Erhitzen von Obst und Gemüse zur Erhaltung von Geruch, Geschmack, Aussehen durch Inaktivierung der Enzyme und zur Abtötung eines Teils der Mikroorganismen, meist in kontinuierlich wirkenden Apparaten (*Blanchieren*).

blankglühen, Werkstücke aus Stahl ausglühen unter Vermeidung von Oberflächenoxydation (Anlauffarben, Zunder), durchgeführt in elektrisch oder gasbeheizten *Blankglühöfen*, die mit einem nicht oxydierenden Schutzgas gefüllt werden.

Blasebalg, Gerät zum Erzeugen eines Luftstromes (Anfachen des Feuers in Schlosserei und Schmiede); es besteht aus zwei durch einen Lederbalg verbundenen Platten, von denen die eine auf und nieder bewegt wird.

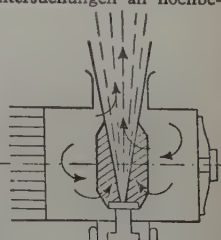
Blasen-kammer, ein von D. A. GLASER (1952) erfundenes Gerät zum Sichtbarmachen der Spuren ionisierender Teilchen. In einem durchsichtigen Gefäß wird eine Flüssigkeit mit einem Kolben unter einem Druck gehalten, der etwas größer ist als ihr Dampfdruck bei der eingestellten Temperatur, so daß nichts verdampfen kann. Wird der Kolben plötzlich zurückgezogen, so verbleibt die Flüssigkeit über Bruchteile einer Sekunde im überhitzten Zustand. Schießt man in dieser Zeit ein ionisierendes Teilchen ein, so bilden sich kleine Bläschen, die die Teilchenbahn kennzeichnen und photographiert werden können. Man verwendet B. mit organischen Flüssigkeiten (z. B. Propan) oder flüssigem Helium und Wasserstoff zu Untersuchungen an hochbe-schleunigten Protonen und Mesonen aus den Teilchenbe-schleunigern.

Bläser, Ausbruch von Gasen in Bergwerken, z. B. Methan in Kohlen-, Schwefelwasserstoff in Salzbergwerken.

Blasrohr, Vorrichtung im Lokomotiv-schornstein zur Verbesserung des Zuges der Feuerung. Der



Bittersalz



Blasrohr

aus den Zylindern entweichende Dampf strömt durch ein düsenartiges Rohr und reißt die Rauchgase mit.

Blattgold oder Blattsilber, zu dünnen Blättchen ausgeschlagenes Gold, Messing oder Silber. Stärke: $\frac{1}{8000}$ bis $\frac{1}{10000}$ mm.

Blattverschiebung, GEOLOGIE: Horizontalverschiebung zweier Schollen ohne vertikalen Bewegungsanteil.

Blaudruck, Reservedruck zur Erzielung weißer oder bunter Effekte bei Indigofärbungen.

Blaugas, durch Druck verflüssigtes Ölgas; Aufbewahrung in Stahlflaschen unter Druck, Verwendung als Beleuchtungsmittel, zum Schweißen.

Blaukuppe, **Blaukopf**, **Blaustift**, kleiner, blauer Nagel mit breitem Kopf.

Blaupause, eine → Lichtpause.

Blausäure, **Zyanwasserstoff**, **Zyanwasserstoffsäure**, **HCN**, brennbare Flüssigkeit, die sich bei der Destillation bitterer Mandeln oder beim Erhitzen von gelbem Blutlaugensalz mit Schwefelsäure bildet oder durch Verbrennen von Ammoniak mit Methan an Platinkontakt dargestellt wird. B. ist ein starkes Gift, da sie das Atemzentrum lähmt, und dadurch „innere Erstickung“ bewirkt. B. ist in den Kernen der Steinfrüchte (Kirschen, Pfirsiche, Pflaumen usw.) in gebundener Form (als Amygdalin) enthalten. B. ist eine der schwächsten Säuren, als Salzbildner den Halogenwasserstoffen verwandt. Ihre Salze, z. B. **KCN**, Kaliumzyanid, heißen **Zyanide**. B. wird hauptsächlich für organ. Synthesen und u. a. zum Vernichten von Ungeziefer verwendet.

Blech, zu Tafeln, Band oder Streifen, früher ausgehämmertes, heute ausgewalztes Metall.

Beim **Stahl-B.** unterscheidet man nach dem Verwendungszweck: Kessel-B., Schiffs-B., Behälter-B., Bau- oder Konstruktions-B., Dynamo- und Transformatoren-B., nichtrostendes B., Panzerplatten, Stanz-B., Tiefzieh-B., Bekleidungs- und Karosserie-B., Emailier-B.; nach der Profilierung: Riffel- und Warzen-B., Well-B.; nach der Oberflächenbehandlung: Handels-B. (das im warmgewalzten Zustand gefertigte Schwarz-B.); Qualitäts- oder Spezial-B., das dekapiert (gebeizt) und bei höheren Güten kaltgewalzt (Hochglanz-B.) ist; nach den Werknormen DIN 1620: Grob-B. in einer Dicke über 4,75 mm; Mittel-B. von 3 bis 4,75 mm; Fein-B. einschli. Festigkeits-B. unter 3 mm.

Aluminiumblech und **B. aus Aluminium-Legierungen** sowie **Magnesium-Legierungen** haben hohe Festigkeit bei geringem Gewicht. Anwendung im Fahrzeug- und Flugzeugbau. Aluminiumblech und **Kupferblech**, kalt gewalzt, werden im Behälter- und Apparatebau, für Haushaltsgegenstände u. a. verwendet. **Messingblech**, kalt gewalzt, wird für Metallwaren, Apparate, Musikinstrumente gebraucht. **Zinkblech**, vor allem für Dachdeckerarbeiten verwendet, wird bei Temperaturen zwischen 100 und 150°C gewalzt. **Bleiblech**, ebenfalls kalt gewalzt, verwendet die chem. Industrie, vor allem die Schwefelsäureindustrie.

Blechbearbeitung umfaßt **werkstofftrennende Verfahren**: 1) Schneiden auf maschinellen Scheren oder mit Schnittwerkzeugen, 2) Lochen mit Lochwerkzeugen, 3) Durchreißen oder Stechen ohne allseit. Abtrennung; **werkstoffumformende Verfahren**: a) bei annähernd unveränderter Blechdicke: 1) Biegen und Längsfalzen, 2) Rollen, Bördeln, Sicken, 3) Rundfalzen, Formstanzan, Hohlprägen, 4) Flachstanzan, Planieren, 5) Tiefziehen, Ziehen mit Ziehwerkzeugen oder Ziehgesenken, 6) Drücken auf Druck- oder Planierbank; b) bei veränderter Blechdicke: 1) Abstreckziehen unter Schwächung der Zarge, 2) Vollprägen, Münzprägen, 3) Fließpressen. → Kanalblech.

Blechdruck, das Bedrucken von Blech für Plakate, Schachteln u. a. im → Offsetdruck in Blechdruckmaschinen.

Blechlehre, Meßzeug zum



Blechlehre

Nachprüfen der Dicke von Blechen oder Drähten (**Drähthehre**).

Blei, **Pb**, chem. Element, Metall; Ordnungszahl 82, Massenzahlen 208, 206, 207, 204, Atomgewicht 207,19, Schmelzpunkt 327,4°C, Siedepunkt 1750°C, Dichte 11,344 g/cm³; Zugfestigkeit 2 kp/mm², Dehnung 50 %. B. läßt sich walzen und pressen. Beim Abscheiden aus Lösungen durch den elektr. Strom erhält man es in Form von Tafeln, Kristallnadeln (**Bleibaum**) oder als schwammige Masse (**Bleichwanne**). Von Schwefelwasserstoff wird es sehr schnell angegriffen, indem sich braunschwarzes Bleisulfid (**PbS**) bildet. Die wichtigsten Bleierze sind Bleiglanz (Harz, Aachener und oberes. Revier, Nordamerika, Mexiko, Spanien) und Weißbleierz (Spanien, Griechenland, Australien). Die Erze werden geröstet und in Schachtöfen (ähnlich den Eisenhochöfen) mit Koks und Zuschlägen reduziert verschmolzen. Das Rohblei, **Werkblei** genannt, wird noch gereinigt, insbes. nach dem Parkesverfahren entsilbert. **Feinblei** hat 99,99 %, **Hüttenblei** 99,94–99,75 % Bleigehalt (DIN 1719). Es wird verwendet für Bleche, Wasserleitungs- und andere Röhren, Akkumulatorenplatten, zur Umkleidung von Kabeln, in der chem. Industrie für Bleikammern, Pfannen, zur Herstellung von Schrot, Kugeln, Geschossen, Verschlusplomben u. a. m. Gefördert wurden 1960 insgesamt 2350000 t, davon Sowjetunion 320000 t, Austral. Bund 314000 t, Verein. Staaten 221000 t, Mexiko 191000 t. Von **BLEILEGIERUNGEN** sind am wichtigsten **Harblei**, **Lettermetall**, **Lagermetall** und **Schnell-Lot**. Alle Bleiverbindungen sowie die Bleidämpfe sind starke Gifte.

BLEIVERBINDUNGEN sind: **Bleichlorid**, **Chlorblei**, **PbCl₂**; es findet sich als Mineral Cotunnit an Vulkanen und wird in weißen, feinen Nadeln aus Lösungen von Bleisalzen durch Salzsäure erhalten. **Bleichromat** oder **Chromgelb**, **PbCrO₄**, entsteht durch Einwirkung von Bleisalzen auf Kaliumbichromatlösung als eine feuriggelbe Verbindung, die als Malerfarbe dient, ebenso das basische Chromat, das **Chromrot**. **Bleioxid**, fälschl. **Bleisuperoxid** oder **Bleiperoxid** genannt, **PbO₂**, findet sich in der Natur als Schwerbleierz; es wird künstl. aus Mennige und Salpetersäure dargestellt; Verwendung in der Farbenindustrie. **Bleinitrat**, salpetersaures Blei, **Pb(NO₃)₂**, bildet milchweiße Kristalle, es entsteht beim Lösen von Blei in Salpetersäure. Verwendung in der Färberei und Feuerwerkerei. **Bleioxid**, **PbO**, ist eine gelbe Verbindung, die beim Erhitzen von Blei an der Luft entsteht. Sie erstarrt beim Erkalten zu einer gelben kristallinen Masse, der **Bleiglätte** (**Bleiasche**). Durch Erhitzen von Bleiweiß erhält man Bleioxid als zartes gelbes Pulver, das **Massicot**. **Bleirost** ist die → Mennige. **Bleisulfat**, schwefelsaures Blei, **PbSO₄**, kommt in der Natur als Anglesit vor. Es wird künstl. durch Zugabe von Schwefelsäure zu Bleisalzlösungen erhalten. **Bleizucker**, **Pb(C₂H₃O₂)₂**, ist das zusammenziehend süß schmeckende Bleisalz der Essigsäure. Es entsteht durch Auflösen von Bleiglätte in Essigsäure und Abdampfen der geklärten Lösung. Bleizucker bildet farblose, vierseitige Säulen, die an der Luft verwitern. Es wird in der Färberei und zur Darstellung von **Bleiweiß** (basischem **Bleikarbonat**) verwendet, einer gut deckenden weißen Anstrich- und Malerfarbe (auch **Silberweiß** oder **Kremersweiß**). Alle Bleifarben dunkeln in schwefelwasserstoffhaltiger Luft nach.

W. HOFMANN: B. u. Bleilegierungen (1962).

Bleiblockprobe, Verfahren zur Ermittlung der Sprengkraft von Sprengstoffen nach TRAUZL. Ein Bleiwürfel wird zylindr. Bohrlöcher mit Sprengstoff gefüllt und dieser entzündet. Aus der Aufbauchung der Höhlung kann auf die geleistete Arbeit (Nutzeffekt) des Sprengstoffes geschlossen werden.

Bleichen, das Entfernen der Naturfarbstoffe aus Textilien, Papierwaren, Stroh, Fellen u. a. auf chemischem Wege mit Reduktionsmitteln (Blankit, Schweflige Säure) oder Oxydationsmitteln (Bleichlauge, Chlorkalk, Natriumchlorit, Wasserstoffperoxid). Bei der Rasenbleiche werden die Farbstoffe durch die

Bleifarben – Blinden-Lesemaschinen

Einwirkung des durch die Sonnenstrahlung entstehenden Wasserstoffperoxids auf die feuchte Ware zerstört. Beim *elektrischen B.* wird eine Bleichlauge verwendet, die durch Elektrolyse einer Kochsalzlösung hergestellt wird. *Optische Bleichmittel*, „Weißtöner“, sind farblose organische Verbindungen, die die unsichtbaren ultravioletten Strahlen der Sonne in sichtbares blaues Licht umwandeln und dadurch das Behandlungsgut heller erscheinen lassen.

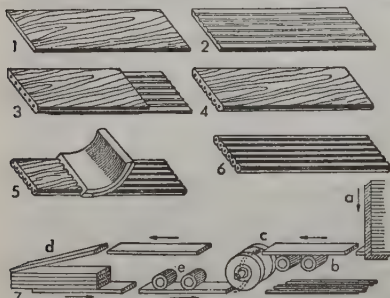
Bleifarben, weiße oder farbige Bleioxide und Bleisalze: Bleiweiß, Chromgelb, Neapel-, Kasseler Gelb, Mennige, Chromrot (→ Blei).

Bleiglanz, *Galmit*, wichtigstes Bleierz, PbS , bildet bleigraue, metallglänzende, kubische Kristalle und kommt meist derb oder dicht in hydrothermalen Gängen vor.



Bleiglanz

Bleistift, richtiger *Graphitstift*, in der einfachsten Form eine Graphitmine in Holzfassung. Die *B.-Minen* werden hergestellt aus hochkohlenstoffhaltigem Graphit und hochplastischem Ton. Diese werden gereinigt, gemischt, zu dünnem Brei angerührt und in *Bleimühlen* gemahlen. Die schlammartigen Massen werden auf Filterpressen weitgehend entwässert und in Kuchenform gebracht, dann mit hydraulischen Pressen homogenisiert. Auf der Strangpresse wird die Mine unter Verwendung von Edelstein-Ziehmatrizen geformt. Nach dem Trocknen werden die *Minen* packweise in luftdicht abschließende Schmelztiegel geschichtet und in Brennöfen bis zur Weißglut gebrannt und kommen dann zur



Schema der Bleistiftfabrikation: 1 Zedernholzbrettchen, 2 Brettchen mit Nuten, 3 mit Nuten gefüllte Nuten, 4 einseitig gefrästes Brettchen, 5 angreifender Fräser, 6 fertige Stifte, 7a-e der gesamte Arbeitsgang der Fräsung.

Verbesserung ihrer Schreibeigenschaften in ein Tauchbad aus einer erhitzten und geschmolzenen Mischung verschiedener Fette und Wache.

Für den Holzkörper des *B.* werden nur bestimmte Holzarten verwendet, die durch besondere Beizung und Präparierung gut schneidbar gemacht sind. Am besten ist das Holz von der Rotzeder (*B.-Zeder*, Wacholderart). Es wird zu Brettchen von der Länge und halben Stärke des *B.* zersägt, in die die Rillen zur Aufnahme der *Minen* eingearbeitet werden. Je zwei Nutenbrettchen mit eingelegten *Minen* werden miteinander verleimt, gepreßt, getrocknet und auf automatischen Fräsmaschinen in Einzelstifte zerlegt. Diese Maschinen fertigen bei achtstündiger Arbeitszeit rd. 50.000 Stück. Die *Härtebezeichnungen* H, B, F sind die Anfangsbuchstaben der engl. Wörter für hart, schwarz und fest.

Sonderstifte. Die *Minen der Kopier- und Tintenstifte* enthalten wasserlösliche Teerfarbstoffe, die der *Stifte* feinst gepulverte Teer- oder Mineralfarbstoffe. Die schwarzlich schreibenden Kopierstifte enthalten außerdem Graphit, die farbig schreibenden Kopierstifte und Farbminen Kaolin, Specksteinpulver, Seifen, Wache und Fette. *Kopier-, Tintenstift- und Farbstift-Minen* werden nicht gebrannt.

Bleitetraäthyl, $Pb(C_2H_5)_4$, eine farblose, leicht

zersetzliche Flüssigkeit, wird in allergrößtem Umfange als Antiklopfmittel den modernen Motorenbenzinen zugesetzt (z. B. 0,04 %). Das damit versetzte Benzin kommt meist gefärbt (z. B. rot) in den Handel, um auf den Gehalt an dem giftigen B. aufmerksam zu machen. Infolge der leichten und raschen Aufnahme durch Haut, Lungen und Magen-Darmkanal führt es zu akuten und bei längerer Aufnahme kleiner Mengen zur chronischen *B.-Vergiftung*.

Bleiverglasung, die Technik, kleine farbige Glasscheiben beliebigen Zuschnitts durch H-förmige Bleistege zu größeren Fensterflächen zusammenzufügen; die Stege sind 4–20 mm breit und werden aus einer Blei-Zinn-Legierung auf kleinen Maschinen gezogen. Eine so zusammengesetzte Fläche muß durch *Windeisen* (1 Eisen auf 0,33 m²) verstärkt werden.



Blende: Irisblende mit übereinander greifenden Lamellen.

Blende, 1) **OPTIK**: jede Querschnittsbegrenzung des Strahlenbündels einer opt. Abbildung, meist feste oder veränderliche Metallblenden (*Irisblende*, *BILD*) oder Linsenfassungen. Die *Apertur-B.* oder *Pupille* begrenzt den Querschnitt eines von einem Dingpunkt ausgehenden Strahlenbündels, sie bestimmt das Auflösungsvermögen infolge Beugung. Das Verhältnis „Austrittspupille zu Brennweite“ heißt *relative Öffnung* und bestimmt die Bildhelligkeit. Die Bildgröße wird festgelegt durch die *Gesichtsfeld-B.* (*Luke*).

2) **MINERALOGIE**: durchsichtige bis durchscheinende Sulfidminerale mit starkem, jedoch nicht metall. Glanz, z. B. Zink-, Manganblende.

Blendrahmen, in einen Mauerfalz eingestellter Holzrahmen, an den Fenster- oder Türflügel angeschlagen sind. Fenster-B. werden durch Banketten, Tür-B. durch Schrauben verankert. Die Teile des *B.* sind miteinander durch verleimte und verbohrte Schlitzzapfen verbunden.

Blendschutz, Mittel zur Verringerung der Blendung durch die Scheinwerfer entgegenkommender Fahrzeuge oder die tiefstehende Sonne. Vollständiger *B.* ist nur gegenüber Lichtquellen möglich, die *polarisiertes Licht* aussenden, das beim Strahlungsempfänger teilweise oder ganz ausgelöscht werden kann. Als Behelf werden stark absorbierende Scheiben verwendet.

Bleuel, *Wringstock*, ein hölzerner Schlegel zum Ausschlagen und Lockern nasser Garne und Gewebe; dient bes. zum Boken (Brechen) des Flachses in der Flachspinnerei.

Blindboden, *Blendboden*, der Bretterboden unter Parkett-Fußbodenbelag.

Blinddruck, farbloses Drucken oder Prägen, um ein erhabenes oder geprägtes farbloses Schriftbild oder sonstiges Motiv zu erhalten.

Blinden-Lesemaschinen ermöglichen Blinden das Lesen von gewöhnl. Druckschrift. Der gedruckte Text wird mit einem elektr. Abtastgriffel optisch erfaßt, das Bild auf einen rotierenden Buchstabenzyklus projiziert, positiv und negativ zur Abdekkung gebracht und so der zugehörige Buchstabe festgestellt. Der gedruckte Text wird entweder in hörbare Buchstaben, Silben oder Wörter, also in eine Maschinensprache umgesetzt, die der Blinde sofort verstehen kann, oder die Druckbuchstaben

Alphabet

· · · A	· · · B	· · · C	· · · D	· · · E	· · · F
· · · G	· · · H	· · · I	· · · J	· · · K	· · · L
· · · M	· · · N	· · · O	· · · P	· · · Q	· · · R
· · · S	· · · T	· · · U	· · · V	· · · W	· · · X
· · · Y	· · · Z	· · · A	· · · B	· · · C	· · · D
· · · E	· · · F	· · · G	· · · H	· · · I	· · · J

Satzzeichen

· · · (	· · ·)	· · · ,	· · · .	· · · ?	· · · !
· · · :	· · · ;	· · · "	· · · '	· · · -	· · · =

Ziffern

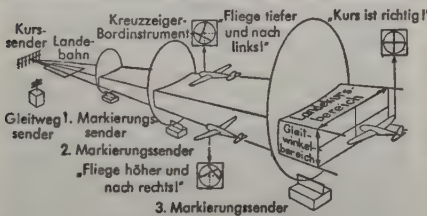
· · · 1	· · · 2	· · · 3	· · · 4
· · · 5	· · · 6	· · · 7	· · · 8
· · · 9	· · · 0	· · · +	· · · -

Blindenschrift: große Punkte: erhaben, kleine Punkte: erhaben mit kleiner Grube.

werden in abfühlbare Brailleschrift (Brailleschrift, BILD) umgesetzt.

Blindflug, Flug ohne ausreichende Erdsicht, z. B. in den Wolken oder bei Nacht.

B-Instrumente liefern dabei die Kenntnis der augenblickl. Fluglage: 1) *Neigungsmesser*, wie eine Flüssigkeitslibelle aufgebaut, geben ein Maß für die Quer- oder Längsneigung der Flugzeug-Hochachse gegenüber dem *Scheinlot*. Das Scheinlot setzt sich vektoriell aus der Schwerkraft und den Beschleunigungskräften zusammen; seine Kenntnis ist für das richtige Fliegen von Kurven wesentlich, nach ihm kann aber Kurven- und Geradeausflug nicht unterschieden werden; hierfür ist die Kenntnis des *wahren Lots* notwendig, die durch Geräte mit Kreiselpendel vermittelt wird. 2) Der *Künstliche Horizont*, auch *Kreiselhorizont*, gibt die Querneigung gegen das wahre Lot, 3) der *Längsneigungsmesser* die Längsneigung. 4) Der *Wendezeiger* läßt Drehungen um die Hochachse rascher und zuverlässiger als der Kompaß oder Peilungen erkennen. 5) *Höhenmesser* arbeiten nach dem Barometer- oder (besser und neuzeitlicher) nach dem Funkmeßprinzip. 6) *Höhenänderungsmesser*, *Variometer*, lassen die Steig- oder Sinkgeschwindigkeit unmittelbar ablesen. - *Zusammenstoß-Warngeräte* arbeiten nach dem Funkmeßprinzip. Die Geräte 1) bis 4) ergänzen sich; zur prakt. Verwendung werden sie meist kombiniert. Bei *Blindlandung* wird das Flugzeug auf vorgeschriebene



Schema der Blindlandung mit Hilfe des Instrumenten-Landesystems (ILS).

nen Einflugschneisen durch UKW-Leitstrahlsender hereingeführt. Bestimmte Abstände vom Landeplatz sind durch die *Einflugschneisen* (Markierungsseender) festgelegt. Beim *Instrumenten-Landesystem* (ILS) zeichnet ein Kursender die Kursabweichungen auf den Bildschirm eines Bordinstruments (BILD). Auch das Herunterführen des Flugzeugs bis zum Aufsetzpunkt auf dem Landeplatz ist mit einem Gleitwegsender möglich. Zur vertikalen Führung der landenden Flugzeuge bedient man sich ferner genau arbeitender Höhenmesser sowie der vom Boden aus anzuwendenden *Funkmeßverfahren*. -> Funknavigation.

Blindholz, das bei -> Sperrholz zwischen die Edelholzplatten (Furniere) gelegte billige Füllholz (Kiefer, Fichte, Pappel, Linde).

Blindleistung, der vom Verbraucher infolge Phasenunterschied zwischen Strom und Spannung nicht genutzte Leistungsanteil eines Wechsel- oder Drehstromes, bei Wechselstrom das Produkt aus Spannung, Strom und dem Sinus des Phasenverschiebungswinkels; bei Drehstrom kommt noch der Faktor $\sqrt{3}$ dazu. Durch Blindstromverbraucher (z. B. Asynchronmotoren) aufgenommene B. verursacht die *Blindleist* eines Netzes. Da hierdurch Generatoren und Netz energetisch schlecht ausgenutzt werden, wird die B. durch Kondensatoren oder Drosselspulen (ruhende Phasenschieber) oder entsprechend erregte Synchronmaschinen (rotierende Phasenschieber) unmittelbar beim Verbraucher erzeugt (*Blindstromkompensation*).

Blindnetzeverfahren, -> Niet.

Blindröhre, -> Reaktanz.

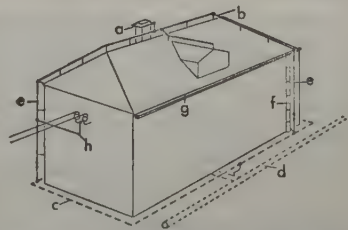
Blindstrom, auch *wattloser Strom*, im Dreh- und Wechselstromnetz der an der effektiven Leistung nicht beteiligte Anteil der Gesamtstromstärke, -> Leistung.

Blinkfeuer, -> Leuchtfeuer.

Blinkkomparator, ASTRONOMIE: opt. Gerät zum Vergleich zweier photograph. Aufnahmen der gleichen Himmelsgegend. Im Okular des B. erscheinen beide Platten in schnellem Wechsel, so daß die in der Zeit zwischen beiden Aufnahmen eingetretenen Veränderungen am Himmel sofort zu erkennen sind. Der B. wird benutzt für die Auffindung von veränderl. Sternen, von Sternbewegungen und von -> Planetoiden.

Blinklichtanlage, 1) **EISENBAHN**: vom Zuge gesteuerte optische Signalanlagen an schienengleichen Kreuzungen von Bahn und Straße zur Ankündigung eines Zuges. (Gesetzlich gleichwertige Anlagen für Schranken.) Ältere Bauform, **Warnlichtanlage**: Betriebszeichen weißes Blinklicht (45 Zeichen je Minute), Zugankündigung durch rotes Blinklicht (90 Zeichen je Minute). Wechsel der Blinkzeichen weiß in rot etwa 35 Sekunden vor Eintreffen des Zuges am Wegübergang, so daß jedes Straßenfahrzeug den Übergang gefahrlos räumen kann. Neuere Bauform, **Haltsichtanlage**: Das weiße Blinklicht entfällt, das rote Blinklicht erscheint 60mal je Minute. Die B. sind stets mit **Warnkreuzen** versehen und werden durch besondere Anlagen auf dem nächsten Bahnhof überwacht, oder ihr richtiges Arbeiten wird dem Lokomotivführer durch ein Kontrollbild im Bremswegabstand vor dem Übergang angezeigt. 2) **KRAFTWAGEN**: -> Fahrtrichtungsanzeiger.

Blitz, eine natürliche Funkenentladung zwischen verschiedenen geladenen Wolken oder einer Wolke und der Erde. Jedem B. geht eine schwächere Vorentladung voraus, der die Hauptentladung folgt. Diese kann aus 15 und mehr Teilentladungen bestehen. Die bei einem Blitzschlag transportierte elektr. Ladungsmenge wird auf 10 bis 20 As geschätzt. Da dieser Ausgleich aber in sehr kurzer Zeit - etwa 50 μ s - erfolgt, können bedeutende Stromstärken - bis etwa 400 000 A - auftreten. Die Spannungsdifferenzen betragen in der Regel einige 100 Mio V, die mittlere bei einem Blitzschlag umgesetzte Energie etwa 400 kWh. Häufigste Form ist der *Linien-B.*, äußerst selten sind der *Kugel-* und der *Perlschnur-B.*, die wahrscheinlich als in einem B.-Kanal gebildete glühende ionisierende Gasmasen aufzufassen sind.



Blitzableiter: a Fangleitung um Schornsteinkopf, b Fangleitung auf First und Gratkanten, c Ringleitung in der Erde (Ringerder), d Wasserleitung, an Ringerder angeschlossener, e Ableitungen zum Ringerder, f Regenfallrohre, an Ringerder angeschlossener, g Traufen, an Fangleitung angeschlossener, h Überspannungsableiter der Starkstrom-Freileitung, an Ringerder angeschlossener.

Aufgabe des B.-Ableiters (B. FRANKLIN 1752) ist nicht die Verhinderung von Blitzschlägen, sondern nur ihre unschädliche Ableitung. Spitzen sind deshalb nicht erforderlich. Hauptanforderungen an eine gute Blitzschutzanlage sind: metallisch gute Verbindung, mechan. Festigkeit und Beständigkeit gegen Witterungsangriff, ausreichender Querschnitt, gute Erdung. Elektr. Anlagen schützen man früher ausschließlich durch Überspannungsableiter, die die elektr. Energie des Blitzschlages über Funkenstrecken mit Vorwiderständen nach Erde ableiten sollen. Vorbeugender B.-Schutz gegen rückwärtige Überschläge von den vom B. getroffenen Masten auf die

Blitzlicht – Bodenfilter

Leitungen durch niedrige Erdungswiderstände der Masten ist von gleicher Bedeutung.

Menschen im Freien sollen bei Gewitter Bäume (jeder Art!), Zäune und Metalleinfriedigungen meiden. Sicherer Schutz gegen den sich in der Erde ausbreitenden B.-Strom gewähren flach auf oder im Erdboden liegende Metallnetze oder Metallteile.

Blitzröhren, Fulgurite, entstehen durch B.-Einschläge in Sand, der zu unregelmäßigen Röhren aus Quarzglas von mehreren Metern Länge geschmolzen wird.

Blitzlicht, PHOTOGRAPHIE: eine künstl. Lichtquelle sehr kurzer Leuchtdauer. Man verwendet: 1) Gemische von Magnesium- oder Aluminiumpulver mit sauerstoffabgebenden Substanzen, 2) Magnesiumdrähte oder -folien in einem mit Sauerstoff gefüllten, glühlampenähnlichen Glaskolben (*Kolbenblitz*, „*Vakublitz*“), 3) Gasentladungsröhren, durch die kurzzeitig (bis herab zu 10^{-8} s) ein sehr starker elektr. Strom aus einem aufgeladenen Kondensator geleitet wird (*Blitzröhrengeräte*, „*Elektronenblitz*“), 4) Verdampfung oder sehr starkes, kurzzeitiges Erhitzen eines Metalldrahtes durch einen sehr starken elektr. Strom, 1) und 2) werden durch Erhitzen eines Drahtes, das Blitzlichtpulver auch durch die Funken eines Feuerzeuges (*Blitzlichtpistole*), 3) und 4) durch das Schließen des Stromkreises gezündet. Die elektr. Zündung wird meistens mit dem Auslösen des Kameraschlusses gekoppelt.

Blockbrammstraße, ein Teil des Warmwalzwerkes, → Walzwerk.

Blockdiagramm, schematische Zeichnung eines blockförmigen Ausschnitts aus der Erdoberfläche, läßt an der Oberfläche des schräg von oben gesehenen Blockes die Form, an den Seiten den inneren Bau erkennen (W. M. DAVIS).

Blockhalde, Blockmeer, Anhäufung von durch Verwitterung isolierten Gesteinsblöcken.

Blockhaus, aus behauenen Baumstämmen gezimmertes Holzhaus, eine der ältesten Formen des Hausbaues; heute nur noch in holzreichen Ländern.

blockieren, 1) *hemmen*. Ein Rad wird blockiert, wenn die Bremskraft die Reibungskraft am Boden überschreitet. Das Rad gleitet dann ohne Drehbewegung, wobei die Haftkraft am Boden um etwa 20 % geringer ist als beim gerade noch rollenden Rad.

2) **BUCHDRUCK**: Buchstaben im Satz auf den Kopf stellen, um im Korrekturabzug auf unleserliche oder fehlende Stellen im Manuskript hinzuweisen, oder auf Buchstaben, die dem Setzer fehlen. Die blockierte Stelle heißt *Blockade*.

Blockmotor, ein Verbrennungsmotor, dessen Zylinder (auch zusammen mit dem Kurbelgehäuseoberteil) ein einziges Gußstück bilden.

Blockpackung, Anhäufung großer glazialer Geschiebe nach Auswaschung der sandigen und mergeligen Bestandteile eines Geschiebemergels durch Schmelzwasser.

Blockstelle, → Signaltechnik.

Blockverband, → Mauer.

Bluten des Eisens, das Heraustreten einer rosthaltigen Flüssigkeit unter Druck aus dem Paßsitz von Maschinenbauteilen oder aus Feinrissen im Stahl, z. B. beim Befahren von Schienen.

Blutlaugensalz, 1) *gelbes B.*, Ferrozinkalkium, $K_2(Fe(CN)_6)$, monokline Kristalle; Darstellung aus Eisen, Pottasche, tier. Abfällen; Verwendung in der Färberei; zum Schönen eisenhalt. Weine. 2) *rotes B.*, Ferrizinkalkium, $K_2(Fe(CN)_6)$, Prismen; Darstellung aus gelbem B., Verwendung in der Färberei, zur Herstellung von Blau- und Braunpauken.

Blutstein, → Eisenglanz.

Bobine, 1) die endlose Papierrolle, von der die Zigarettenhüllen abgeteilt werden.

2) **BERGBAU**: Seiltrommel für bandförmige Förderseile (→ Fördermaschine).

3) **SPINNEREI**: Spule, auf die das gesponnene Garn aufgewickelt wird.

Bobinet, auf dem B.-*Stuhl* hergestelltes, glattes Tüllgewebe (*B.-Tüll*) oder reich gemusterter Spitzenstoff (*B.-Spitze*) für Gardinen.

Boden, die oberste Verwitterungsschicht der Erde, die aus zerkleinertem und chemisch verändertem Gestein, Luft, Wasser und den Resten der Organismen besteht, die auf und in ihr leben. Die *Bodenkunde* ist die Lehre von Auftreten, Entstehung und Eigenschaften des Bodens. Ein bes. wichtiger Bestandteil des B. ist der *Humus*; er umfaßt ab-, um- und neuaufgebaute organische Stoffe. Der Ackerbau unterscheidet den vom Pflug erfaßten *Oberboden*, die *Ackerkrume*, vom *Untergrund*.

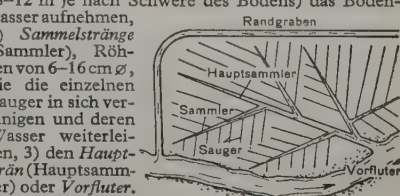
Im Grund- und Wasserbau unterscheidet man *bindige* (Lehm, Ton, Klei) und *nicht bindige B.* (Sand und Kies). Vor der Errichtung von Bauwerken ist die Beschaffenheit, insbes. die Tragfähigkeit des Baugrundes durch Schürfgruben, Belastungsproben oder Bohrungen zu untersuchen. Bei den Bohrungen werden stählerne Bohrrohre unter Belastung und Drehung in den Boden getrieben und dieser mit Löffelbohrer, Ventilbohrer, Kießpumpe od. dgl. herausgeholt. Zur Berechnung der Druckfestigkeit, Zugfestigkeit, Fließgrenze u. a. bodenmechan. Eigenschaften ist die Entnahme ungestörter Bodenproben notwendig, das sind Proben, deren Gefüge und Wassergehalt nicht geändert wurde.

Über Bodenverfestigung → Gründung.

Zur Erforschung des tieferen Untergrundes, vor allem größerer Flächen, dienen neben Bohrungen geophysikal. Untersuchungen, bei denen der elektr. Widerstand oder die Fortpflanzung künstl. Erschütterungen im B. gemessen werden.

R. SCHEFFER u. P. SCHACHTSCHNABEL: *Bodenkunde* (*1960); Grundbau-Taschenbuch, Bd. 1 (1955), Bd. 2 (*1961).

Bodenentwässerung, die Ableitung des Wasserüberschusses staunasser Böden in Gräben oder unterirdischen Röhren zur Verbesserung (Melioration), d. h. Durchlüftung, Erwärmung, Entsäuerung der Böden und deren Nutzbarmachung für das Wachstum von Kulturpflanzen. In Grünland werden meist Gräben angelegt. In Ackerland wird vorzugsweise *Dränung* angewendet, ein System von Hohlgräben oder Röhren (Dräns, Dränstränge), durch das bei mehr oder weniger leichter Neigung Wasser abgeleitet wird. Ein Dränsystem umfaßt: 1) *Saugstränge* (*Sauger*), d. h. parallele Reihen Tonröhren von 4 bis 5 cm Ø, die in größerem oder kleinerem Abstand (8–12 m je nach Schwere des Bodens) das Bodenwasser aufnehmen, 2) *Sammelstränge* (*Sammler*), Röhren von 6–16 cm Ø, die die einzelnen Sauger in sich vereinigen und deren Wasser weiterleiten, 3) den *Hauptdrän* (*Hauptsammler*) oder *Vorfluter*. Der Vorfluter muß genügend tief liegen, um das Abfließen des Wassers aus den Saugern und Sammlern zu gewährleisten. *Längsdränung* wird in flachen, *Querdrenung* in steilen Lagen und *Schrägdrenung* bei mittlerer Hängigkeit des Geländes angewendet. Durch Schließen des Dräns kann in trockenen Jahren das zu tiefe Absinken des Grundwasserspiegels verhindert werden (Bodenbewässerung).



Plan einer Dränung
Bodenentwässerung

FAUSER: Kulturtechn. Bodenverbesserungen (*1959).

Bodeneffekt-Fluggerät, das → Luftkissenfahrzeug.

Bodenfilter heißen die zur Abwasserreinigung benutzten Böden. Bei Mangel an Rieselfläche werden verhältnismäßig kleine Flächen gut durchlässigen, dranierten Bodens unter Verzicht auf landwirtschaftl. Nutzung mit großen Mengen vorgereinigten (entschlammten) Abwassers intermittierend beschickt (*Stauffer*). Der biologische Abbau der Schmutzstoffe im Boden muß durch turnusmäßige Belüftung (Leerlaufen der Drägen) aufrechterhalten werden. Belastung: 1000–5000 Einw./ha = 150 bis 750 m³ Abwasser je Hektar und Tag.

Bodenfräse, landwirtschaftl. Maschine zum Lockern und Zerkleinern des Bodens durch umlaufende, meist federnde Hacken.



Bodenfräse: links Fräs-, rechts Pflugarbeit.

Bodenmechanik, Erdamechanik, befaßt sich mit der voraussichtlichen Wirkung gegebener Kraftsysteme, also auch Belastungen, auf den Boden und der Einschätzung des vom Boden auf Fundamente ausgeübten Druckes. Sie ist die Grundlage der *Baugrundgeologie*, die die Beschaffenheit des Bodens, die Reibungskräfte, Festigkeitseigenschaften, hydrodynamischen Erscheinungen, die Statik des Bodens und damit den Boden als Baugrund und als Baumaterial untersucht.

Bodenstabilisierungsgerät, Bodenvermörtelungsgerät, Gerät, das bei einer Durchfahrt den zu stabilisierenden Boden in unmittelbar aufeinanderfolgenden Arbeitsgängen in gleichmäßiger Arbeitsbreite und -tiefe aufreißt, mit kontinuierlich zugegebenem Zement oder Kalk sowie Wasser, Teer oder einem anderen Bindemittel vermischt und das Mischgut wieder in das ausgehobene Bett einfüllt, glättet und gegebenenfalls verdichtet.

Bodenwelle, Funktechnik: die vom Sender zum Empfänger längs des Erdbodens sich ausbreitende elektromagnetische Welle. Langwellen sind immer, Mittelwellen nur bei Tage B. (→ Kurzwellen).

Bode-Titiussche Reihe, eine Zahlenbeziehung zwischen den Entfernungen der Planeten von der Sonne. Addiert man zu den Zahlen der geometrischen Reihe 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192, 384 die Zahl 4 und teilt durch 10, so entsteht eine neue Zahlenfolge, die die Abstände der Planeten von der Sonne gut wiedergibt (in Einheiten der großen Halbachse der Erdbahn): Merkur 0,39 (0,4), Venus 0,72 (0,7), Erde 1,00 (1,0), Mars 1,52 (1,6), Kleine Planeten (2,8), Jupiter 5,2 (5,2), Saturn 9,54 (9,0), Uranus 19,19 (19,6), Neptun 30,07 (→), Pluto 39,52 (38,8), wobei die berechneten Werte in Klammern den gemessenen gegenübergestellt sind. Für Neptun gibt die B.-T.-R. keine Zahl.

v. WEIZSÄCKER: Über die Entstehung des Planetensystems in: Zeitschr. f. Astrophysik (1944).

Böe, heftiger Windstoß, bes. bei Schauern und Gewittern durch Herabstürzen der Kaltluft aus der Wolke erzeugt. **Böenschreiber**, Schreibgerät zur Aufzeichnung der Böigkeit. Für die Luftfahrt ist die Vertikal-B. bedeutsam, die schon durch die Sonneneinstrahlung bei heiterem Wetter entstehen können.

Bogen, 1) **GEOMETRIE**: Teil einer gekrümmten Linie, insbes. eines Kreises. Im Einheitskreis (Radius = 1) ist die Größe $\frac{\pi\alpha}{180}$ das *Bogenmaß* des Winkels α , geschrieben *arc α* (*arcus α*). *Bogenminute*, der 60. (alte Einteilung) oder 100. (neue Einteilung) Teil eines *Bogengrades* (→ Winkel). 1 Bogenminute = 60 oder 100 *Bogenskunden* (1' = 60'' oder 1° = 100'').

2) älteste Schußwaffe, seit der Altsteinzeit bekannt, heute Sportwaffe und Spielzeug.

3) **BAUTECHNIK**: ein Tragwerk aus Stahl, Holz, keilförmig behauenen Steinen u. a., das in einer gekrümmten Linie eine Öffnung überspannt.

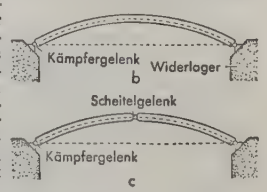
Das *Bogenfeld* ist die vom B. umschlossene Fläche. Der *Bogenries* ist ein Gesimsband aus gleichmäßiger oder überkreuzter Folge von Rund- oder Spitzbögen. Die *Bogenstellung* ist die Folge von B. über Stützen, freistehend oder als Wandöffnung. Der *Bogensturz* ist die aus einer bogenförmigen Steinplatte bestehende Überdeckung einer Maueröffnung. *Bogengänge* sind Gänge über Bogenstellungen, auch gewölbte oder seitlich in Bogenstellungen geöffnete Gänge (*Arkaden*).

4) **PAPIER**: rechteckig geschnittenes Papier, weit-

gehend genormt. Im Buchdruck nimmt der B. beiderseits je 8 Quart- oder 16 Oktavbuchseiten auf.

5) **STATIK**: ein Träger, der im Unterschied zum

→ Balken bei senkrechten Lasten schräg nach außen gerichtete Stützkkräfte auf die Auflager ausübt. Die waagerechte Komponente dieser Stützkkräfte bezeichnet man als Bogen- oder Horizontalschub; die senkrechte Komponente ist der eigentl. Auflagerdruck. Der an den beiden Enden fest eingespannte B. ist starr und dreifach statisch unbestimmt. Durch



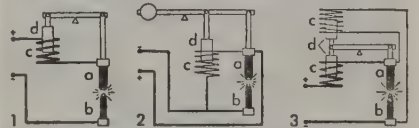
Bogen: a) eingespannter Bogen, b) Zweigelenkbogen, c) Dreigelenkbogen.

Einschalten von Gelenken erhält man den einfach statisch unbestimmten *Zweigelenkbogen* und den statisch bestimmten *Dreigelenkbogen* (BILD).

Bogenleise sind besonders konstruierte gekrümmte Gleise (auch in Weichen) mit Halbmessern unter 100 m (mindest. 35 m).

Bogenlampe, elektr. Lichtquelle von der Art der → Gasentladungslampen, die den Anodenfall zur Lichterzeugung ausnutzt. Bei der B. liefert die durch die Entladung selbst bewirkte hohe Temperatur der Kathode genügend Elektronen, um die Entladung (den Lichtbogen) aufrechtzuerhalten.

Bei der *Kohle-B.* bestehen die Elektroden aus Reindochkohle oder Homogenkohle (*Reinkohlen-B.*) oder aus Dochtkohlen, die mit Metallsalzen ge-



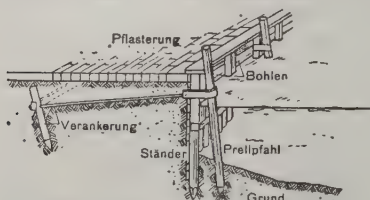
Bogenlampe: 1 Hauptstromlampe (Regelung auf konstanten Strom); 2 Nebenstromlampe (Regelung auf konstante Spannung); 3 Differentiallampe (vereinigt die Eigenschaften der Hauptstrom- und Nebenstromlampe). a und b Kohlenstäbe, c Elektromagnetspule, d Eisenkern.

tränkt sind (*Effektkohlen-B.*); die Kohlen werden durch Glühen einer Paste aus Petroleum, Ruß oder Teer hergestellt. Durch die hohe Temperatur, die an den Ansatzstellen des Lichtbogens herrscht (etwa 4000° C), brennen die Kohlen ab; die positive Kohle muß etwas dicker genommen werden. Entsprechend dem Abbrand müssen die Kohlen vorgeschoben werden. Dies geschieht von Hand, durch Uhrwerk oder durch eine Regelschaltung, die die Spannungsänderung am Bogen bei zunehmendem Elektrodenabstand verwendet; nach der Schaltung unterscheidet man *Hauptstrom-*, *Nebenstrom-* und *Differential-B.* Durch Beschränkung des Luftzutritts kann man den Abbrand vermindern (*Spar-B.*). Bei der *Reinkohlen-B.* leuchten allein die Elektroden, vor allem der positive Krater; bei der *Effektkohlen-B.* (auch *Flammen-B.* genannt) leuchtet der Lichtbogen wesentlich mit; seine Farbe hängt von dem verwendeten Metallsalz ab. Die Belastung der Anode beträgt bei normalen B. bis etwa 50 A/cm²; die Bogenstromstärke nimmt mit zunehmender Stromstärke ab (fallende Charakteristik). Wird die Anodenbelastung gesteigert (über 100 A/cm²), so entsteht ein *Hochstrombogen*, dessen Charakteristik bei höheren Stromstärken wieder steigend wirkt. Die *Becklampe* ist eine Hochstrom-B. mit Effektkohlen.

Die früher häufig verwendete *Wolfram-B.* hat Elektroden aus Wolfram; der Lichtbogen brennt in

Bohlwerk – Bohrsäule

einer Edelgasatmosphäre. Lampen dieser Art sind (wegen der Kleinheit ihrer Leuchtflächen bei gleichzeitig hoher Leuchtdichte und Farbtemperatur) vor allem in der optischen Experimentiertechnik nützlich. In steigendem Maße werden für diese Zwecke die eigentl. Gasentladungslampen verwendet. Bei neu entwickelten B. brennt der Bogen in geschlossenem Gefäß in Gasen, z. B. in Argon, Xenon u. a. W. FINKELNBURG: Hochstromkohlebogen (1948).



Bohlwerk im Hafen

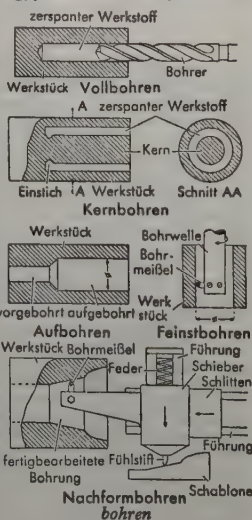
Bohlwerk, fast oder ganz lotrechte Uferbefestigung in Häfen durch Pfahl-, Bohlen- oder Spundwände, die nach rückwärts an Ankerwänden, -böcken oder -platten verankert sind. Ursprünglich reine Holzbauweise, meist wegen Fäulnisgefahr nur wenig über Niedrigwasser möglich; neuzeitliche Bauweisen aus Stahl und Stahlbeton dienen als wirtschaftliche Befestigungen von Hafenbecken, Schleusen und zur Führung von Verkehrswegen an Ufern.

Bohnerz, → Brauneisenstein.

Bohr, Niels, dän. Physiker, * 1885, † 1962, Prof. in Kopenhagen, schuf durch seine Deutung des RUTHERFORDSchen Atommodells die Grundlage der modernen Atomphysik und entdeckte das Korrespondenzprinzip. Nobelpreis 1922.

bohren, Verfahren zur Herstellung und Weiterbearbeitung von Löchern mit dem Bohrer oder mit einem Bohrkopf, der ein oder mehrere Bohrmesser trägt. Beim B. dreht sich das Werkzeug oder das Werkstück, oder beide drehen sich gegeneinander (Hauptschmittbewegung), während sie gleichzeitig eine Bewegung in der Achse der Bohrung gegeneinander ausführen (Vorschubbewegung).

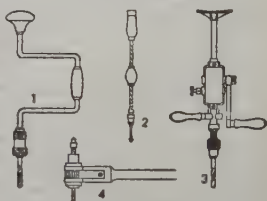
HAUPTVERFAHREN: Beim **Voll-B.** wird der gesamte Werkstoff im Loch zerspannt, mit Wendelbohrer, Spitzbohrer, Lippenbohrer. Beim **Kern-B.**, früher **Hohl-B.**, für größere Lochdurchmesser, wird nur ein Hohlzylinder zerspannt, vorgebohrt, aufgebohrt, aufgearbeitet. Der stehengebliebene Kern wird unzerspannt aus der Bohrung herausgenommen; falls das Loch nicht durchgeführt wird, wird er an seinem Ansatz eingestochen und in einer Presse abgebrochen. **Auf-B.**, **Aus-B.**, das Vergrößern eines Loches; **Fein-B.**, Ausbohren mit hoher, **Feinst-B.** mit sehr hoher Oberflächengüte, z. B. bei Lagerschalen. Beim **Nachform-B.**, **Kopier-B.** wird der Werkzeugträger oder ein Fühler, der ein elektrisches oder hydraulisches System steuert, an einer Urform (Modell, Schablone, Lineal) entlanggeführt. **Bohrschablonen** heißen auch Platten, die



Bohrungen in vorgeschriebenen Abständen enthalten; sie dienen, z. B. in Büchsenform (**Bohrbüchse**), als Führung für Bohrer.

METALLBOHRER bestehen aus Werkzeugstahl, meist jedoch aus Schnellstahl, oder sie tragen an der Schneidstelle Hartmetall oder Diamant. Nach der Art des Bohrvorganges und nach den Forderungen bezüglich Maßgenauigkeit und Oberflächengüte werden hauptsächlich verwendet: **Wendelbohrer**, oft unrichtig als **Spiralbohrer** bezeichnet; der wenig zweckmäßige **Spitzbohrer** wird gelegentlich noch für Löcher geringer Tiefe verwendet. Der **Lippenbohrer** dient zum Tiefbohren, der **Kernbohrer** zum Kernbohren, der **Zentrierbohrer** zum Anbohren und Zentrieren von Werkstücken. Beim **Breitschichtbohrer** sind flache Messer in einen Bohrkopf eingesetzt. Zu den neben der Fertigungstechnik auch im Holzbau, Schreinerhandwerk u. dgl. verwendeten **HOLZBOHRERN** gehört der gewöhnl. **Schneckenbohrer**, der **Schlangenbohrer** zum B. sehr langer und weiter, der **Zentrierbohrer** und der **Krauskopf** zum Ausbohren versenkter Löcher.

Bohrer: 1 Wendelbohrer (Spiralbohrer), 2 Schneckenbohrer, 3 Schlangenbohrer, 4 Zentrierbohrer, 5 Krauskopf.



Bohrgeräte: 1 Bohrkurbel, 2 Drillbohrer, 3 Handbohrmaschine, 4 Bohrknarre.

Bei **BOHRGERÄTEN** und **BOHRMASCHINEN** wird der Schaft des Bohrers in einem **Bohrfutter** (**Spannfutter**) eingespannt. Bei der **Bohrknarre**, **Bohr ratsche** wird der Bohrer durch Hin- und Herschwenken eines Handhebels, der mit einer Schaltklinke auf ein Schalrad einwirkt, stückweise gedreht; bei der **Bohrkurbel** oder **Bohrwinde** wird die Vorschubkraft durch Andrücken mit der Brust erzeugt, das Drehmoment durch eine von Hand betätigte Kurbel zwischen Bohrer und Bruststütze. Bei der **Handbohrmaschine** wird der Bohrer durch eine Kurbel gedreht unter Zwischenschaltung eines Rädergetriebes zur Übersetzung; die Vorschubkraft wird an der Bruststütze oder durch Abstützung gegen eine Fläche erreicht, die gegenüber dem Werkstück festliegt. Der **Drillbohrer** besteht aus einer schraubenförmig gewundenen Triebwelle, die durch Auf- und Abbewegen einer Nuß in eine abwechselnd rechts- und linksdrehende Bewegung versetzt wird.

In der **Bohrmaschinen** der **METALLBEARBEITUNG** können neben Bohrern auch Senker und ähnl. Werkzeuge eingespannt werden. Den Vorschub übernimmt im allg. die Bohrspindel, über ein Getriebe mit der Pinole, in der sie drehbar gelagert ist. Sehr lange rohrartige Werkstücke werden auf der **Waagrechtbohrmaschine** oder **Bohrbank** gebohrt. Der **Bohrautomat** führt selbsttätig die Werkstücke auf einem Rundtisch von einer Bohrspindel zur anderen. Die Bohrmaschinen für die **HOLZBEARBEITUNG** sind ähnlich denen für die Metallbearbeitung gebaut.

D. H. BRUNS: Werkzeuge und Werkzeugmaschinen für die spanende Metallbearbeitung Teil 1 (1961), Teil 2 (1962); P. POPENDICKER: B., Senken, Reiben (*1955).

Bohrguß, Sonderart des → Tempergusses. Durch höheren Siliziumgehalt erhält man einen Kern mit Graphitausscheidung, der sich leicht ausbohren läßt; Anwendung für Hohlgeschliffe.

Bohrrsäule, **SPANNSÄULE**, **Bergbau**: ein Stahlrohr oder ein Stahlrahmen, die im Streckenquerschnitt

mit einer Spindel verspannt werden und als Widerlager für den Vorschubschlitten oder die Bohrmanschine dienen.

Bohrsches Atommodell, → Atomphysik.

Bohrturm, → tiefbohren.

Boiler, ein Warmwasser-Bereiter und -Speicher.

Boje, ein schwimmender Körper aus Stahlblech, Holz oder Kork, als Festmachetonne, meist an einem Ankerstein (Betonklotz) verankert, zum Festhalten von Schiffen, als Rettungs-B., als → Seezeichen oder als Anker-B. (→ Anker).

Bolide, die → Feuerkugeln.

Bologneser Flasche, *Gläserne, Batavischer Tropfen*, rasch gekühlter (getemperter) Glaskörper, der infolge starker Verspannung schon bei geringer Verletzung der Oberfläche zerspringt.

Bolometer, ein Gerät zum Messen der Energie von Licht- oder Ultrarot-Strahlung. Es beruht darauf, daß der elektr. Widerstand der reinen Metalle mit der Temperatur steigt. Ein B. enthält einen schmalen Streifen aus Platinfolie (Bruchteile von 1 µm dick) oder eine feine Drahtwendel. Wird die geschwärtzte Oberfläche von der Strahlung getroffen, so setzt sich die Strahlungsenergie sofort in Wärme um. Die bewirkte Temperatur- und Widerstandsänderung kann in einer Brückenschaltung (→ Meßbrücke) gemessen werden. B. werden zum Messen der Energieverteilung in den verschiedenen Spektralbereichen benutzt. In der Meßtechnik kann man *bolometrische Anordnungen* benutzen (heute selten), um Vorgänge auf Grund von Messungen mit hochempfindl. elektr. Instrumenten auszulösen oder zu steuern. Anordnungen dieser Art (*B.-Verstärker*, *B.-Relais*, *B.-Schreiber*) enthalten meist zwei durch Strom gleichmäßig geheizte Drahtwendeln, die durch zwei Schlitz hindurch von feinen Luftströmen gekühlt werden. Der Zeiger des Meßinstrumentes, das den Vorgang steuern soll, ohne durch zusätzliche Reibung belastet zu werden, trägt ein Fähnchen, das je nach Zeigerstellung den einen oder anderen Schlitz mehr oder weniger abdeckt, so daß infolge verschieden starker Kühlung eine Temperatur- und damit Widerstandsänderung entsteht. Die Drahtwendeln bilden mit zwei konstanten Widerständen die Zweige einer Brückenschaltung, in deren einer Diagonale ein relativ starker Strom entnommen werden kann.

Boltzmann, Ludwig, Physiker, * 1844, † 1906, arbeitete bes. auf dem Gebiet der Wärmetheorie; er wandte die Gesetze der Statistik auf das molekulare Geschehen an.

E. BRODA: L. B. (1955).

Boltzmannsche Konstante, abgek. *k*, wichtige Naturkonstante, die den Zusammenhang zwischen Entropie *S* und thermodynamischer Wahrscheinlichkeit *W* zahlenmäßig festlegt; es gilt $S = k \cdot \ln W$ (*Boltzmannsche Gleichung*) mit $k = 1,3803 \cdot 10^{-16}$ erg/grad. Die B. K. tritt u. a. im Planckschen Strahlungsgesetz auf. Ihr Produkt mit der Loschmidt'schen Zahl ist die allgemeine Gaskonstante.

Boltzmann-Statistik, die statistische Herleitung der Gasgesetze aus der Mechanik der Atome oder Moleküle des Gases (→ kinetische Gastheorie) ohne Berücksichtigung der Quantentheorie. Die B.-S. teilt den 'Phasenraum' des Gasatoms, dessen sechs Koordinaten die drei Ortskoordinaten und die drei Impulskomponenten des Atoms sind, in kleine 'Zellen' gleicher Größe und berechnet die Wahrscheinlichkeiten verschiedener Verteilungen der Gasatome über diese Zellen ebenso, wie die Wahrscheinlichkeit für ein bestimmtes Ergebnis beim Würfeln berechnet wird. Zwei Zustände des Gases sind praktisch gleich, wenn in allen größeren Gebieten des Phasenraumes bei beiden Zuständen praktisch gleiche Anzahlen von Atomen vorhanden sind; unter den so definierten Zuständen ist der *thermodynamische Gleichgewichtszustand* derjenige, der bei gegebener Gesamtenergie die größte Wahrscheinlichkeit (damit auch die größte → Entropie) besitzt. Diese Wahrscheinlichkeit wird durch Abzählen (Berechnen) der Anzahl der Realisierungsmöglichkeiten des Zustandes festgestellt.

Bolus, *Bol*, ein Gemenge feinkristalliner Tonerdemineralien, bes. Halloysit, mit Eisenhydroxyden, gelblich bis braun oder rot. *Weißer B.* wird wegen seines hohen Adsorptionsvermögens in der Medizin und als Grundierung für Vergoldungen verwendet, stark *eisenhaltiger* als Farbstoff (Terra di Siena).

Bolzen, runder Metallstift zur Verbindung von Metallteilen, *Niet-B.* für unlösbare, *Schrauben-B.* für lösbare, *Gelenk-B.* für gelenkige Verbindungen. *Stieb-B.* halten zwei Teile in bestimmtem Abstand voneinander.

Bombe, 1) chem. Technik: → Hochdruckchemie.

2) kalorimetrische B., → Kalorimeter.

3) vulkanische B., ein ausgeschleudertes Lavastück aus poröser bis glasiger Masse.

4) Die *Fliegerbombe* besteht im allg. aus einem zylinderförmigen Hohlkörper mit der Sprengladung, dem spitzbogenförmigen Kopf mit dem Zünder, und dem meist kegelförmigen Ende mit den Stabilisierungsflossen. Der Abwurf kann mechanisch, pneumatisch oder elektrisch ausgelöst werden.

Nach ihrer Wirkung unterscheidet man: *panzerbrechende B.* mit bes. starkwandigem Körper, großer Durchschlagskraft und mittlerer Sprengwirkung von 100–2000 kg, gleich schwere *Sprengbomben* mit guter Durchschlagskraft und großer Sprengwirkung, *Splitterbomben* von 10 bis 1000 kg mit geringer Durchschlagskraft und Sprengwirkung, *Luftminen*, bis 2500 kg, mit bes. großer Sprengwirkung in großem Umkreis, 1–30 kg schwere *Stabbrandbomben* und 10–250 kg schwere *Phosphor-, Magnesium- und Ölbomben* ohne Sprengwirkung, → Atombomben, → Wasserstoffbomben sowie *Gasbomben*.

Nach Art der Zündung unterscheidet man B. mit Aufschlagzünder, B. mit Zeitzünder und B., die durch von ihnen selbst ausgesandte, nach Reflexion wieder aufgefangene Hochfrequenzsignale in vorher eingestelltem, sich aus der Laufzeit der Signale ergebendem Abstand vom feindl. Ziel explodieren.

Bombykol, ein höherer ungesättigter Alkohol, der, vom Seidenspinnerweibchen (*Bombyx mori*) ausgeschieden, das Männchen anlockt (Sexuallockstoff).

bondern, Rostschutzverfahren für Eisenteile, bei dem abweichend vom *Phosphatieren* den 90°C warmen Mangan- oder Zinkphosphatlösungen Zinknitrat zur Verkürzung der Behandlungsdauer zugesetzt wird.

Boot, ein kleineres Wasserfahrzeug, offen oder mit nicht mehr als einem durchlaufenden Deck. Die Abgrenzung gegenüber dem → Schiff ist fließend. Beim Bau von Holz-B. wird unterschieden zwischen dem *Klinkerbau* mit dachziegelartig überlappenden Planken, dem *Krawelbau* mit in den Nähten stumpf aneinander stoßenden Planken und der *Diagonalbauweise*, bei der die Planken jeweils 45° zum Kiel, mit einer Tuchzwischenlage, doppelt liegen.

Bootes, Sternbild des nördl. Himmels.

Bor, B, chem. Element, zwar Erdmetall, jedoch mit wesentlich nichtmetall. Eigenschaften; Ordnungszahl 5, Massenzahlen 11, 10, Atomgewicht 10,811; Schmelzpunkt 2300°C, Siedepunkt 2550°C, Dichte (des amorphen B.) 1,7–2,3 g/cm³. Natürliche Vorkommen nur chemisch gebunden als *Borsäure*, *H₃BO₃*, oder deren Salze, z. B. *Kernit* (Kalifornien), *Na₂B₄O₇ · 4H₂O*, *Borax*, *Na₂B₄O₇ · 10H₂O*. Elementares B. wird als *amorphes B.* durch Reduktion von *B₂O₃* mit metallischem Natrium oder Magnesium als braunes Pulver erhalten; *kristallisiertes B.* läßt sich durch thermische Zersetzung von Borhalogenid mit Wasserstoff darstellen. Von geschmolzenem Aluminium wird B. gelöst; die hieraus auskristallisierte metallisch glänzende Verbindung bezeichnet man unrichtig als *quadratisches B.* Die Kristalle dieser Verbindung, auch *Bordiamanten* genannt, werden wegen ihrer Härte in Schleifwerkzeugen verwendet, ebenso das B.-*Karbid*, *B₄C*. B.-*Wasser* (3%ige Lösung von B.-Säure) dient als Antiseptikum, *Borax* zum Glasieren von Steingut, Porzellan, Emaillieren von Gebrauchsgegenständen, zum Löten und Schmelzen von Metallen, *Perborate*, z. B.

Borane – Brantwein

$\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, als bleichende Zusätze zu Waschmitteln wegen Abgabe von Sauerstoff.

Borane, Wasserstoffverbindungen des Bors: B_2H_6 (Diboran), B_3H_9 , B_4H_{10} , $\text{B}_{10}\text{H}_{14}$, B_4H_{10} , B_5H_{11} , B_6H_{12} . Die Grundverbindung, das Borin, BH_3 , ist nur dimolekular.

Borax, monoklines Bormineral, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, weiß oder gelblich, kommt am Grunde von Salzseen, bes. in Kalifornien und Nevada, vor; wird heute aus Borsäure und Boraten künstlich hergestellt.

Borazit, kubisches, unter 265°C aus rhombischen Lamellen bestehendes farbloses Mineral, $\text{Mg}_2\text{B}_{10}\text{O}_{23}\text{Cl}_2$, findet sich in Gips- und Anhydritlagern.



Borazit

Borazol, $\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_6$, eine benzolähnlich aufgebaute Verbindung, die beim Erhitzen von Diboran, B_2H_6 , und Ammoniak als farblose, leichtbewegliche Flüssigkeit entsteht. Wegen der Übereinstimmung seiner Eigenschaften mit denen des Benzols wird B. auch als „aroganisches Benzol“ bezeichnet.

Borazon, ein in Diamantstruktur angeordnetes Bornitrid (BN), wird künstlich hergestellt (ähnlich wie künstliche Diamanten). B. besitzt eine dem Diamanten mindestens gleichwertige Härte und ist bis etwa 1900°C temperaturbeständig. (Schmelzpunkt bei 3000°C).

Bördeln, den Rand von Blechteilen umbiegen, um dem Stück die scharfen Kanten zu nehmen und ein Einreißen des Materials zu verhindern. Gebördelt wird entweder von Hand mit dem Bördelleisen oder mit Bördelmaschinen. Zur Güteprüfung von Rohrwerkstoffen dient die Bördelprobe: ein Rohrende wird um 60 oder 90° kalt umbördelt, dabei muß die Bördelbreite ein bestimmtes Verhältnis zur Wandstärke aufweisen, ohne Anrisse zu zeigen.

Borkenkrepp, faltiger Absseitenstoff mit Reyonkette und Kreppschuß in Atlasbindung.

Born, Max, Physiker, * 1882, Prof. in Berlin, Frankfurt a. M., Göttingen und Edinburgh, lebt jetzt wieder in Deutschland. Seine Hauptleistungen liegen auf den Gebieten der Relativitätstheorie, der Quantenmechanik und der Theorie der Kristalle. 1954 Nobelpreis (mit W. BOTHE).

Bornit, → Buntkupferkies.

Bort, → Diamant.

Bosch, 1) Carl, Chemiker, * 1874, † 1940, war leitend in der I. G. Farben-Industrie A. G. und führte die Habersche Ammoniaksynthese und andere Hochdruckverfahren großtechn. durch. 1931 Nobelpreis mit F. BERGIUS.

K. HOLDERMANN: C. B. (1953).

Böschung, die Neigung des Geländes zwischen einer höher und einer tiefer gelegenen Ebene, bes. die geneigten Begrenzungsflächen eines Dammes, sonstiger Boden- oder Steinaufschüttungen, eines Einschnittes oder Anschnittes. Der Böschungswinkel wird meist durch das Verhältnis Böschungshöhe: Böschungsbreite ausgedrückt, z. B. 1:2. Zur Sicherung gegen Erdrutschen werden B. bepflanzt oder anders befestigt. Hohe B. unterbricht man durch Stufen (Bermen), um die Gewalt des herabströmenden Wassers zu mindern.

Der natürliche B.-Winkel (B.-Grad) ist derjenige Winkel, unter dem sich Erdboden oder sonstige lose Massen, wie z. B. Getreide gerade noch anschütten lassen, ohne abzurutschen.

BEISPIELE NATÜRLICHER BÖSCHUNGSWINKEL

Lose Schüttung	Festgedrückte Schüttung
Kohle und Erze .. 45°	trockner Lehm .. $40-46^\circ$
trockne Erde 37°	nasser Stein-
Kieselsteine 36°	schotter $35-40^\circ$
Getreide 30°	nasse Dammerde $30-37^\circ$
feuchte Erde 27°	nasser Kies 25°
feuchter Sand 24°	nasser Lehm $20-25^\circ$

Bose-Einstein-Statistik, Bose-Statistik, die von der → Boltzmann-Statistik abweichende Quantenstatistik für Teilchen mit ganzzahligem Spin (Bosonen); z. B. Lichtquanten, Mesonen, ferner (nor-

male) He-Atome. Bei letzteren werden die Erscheinungen der → Suprafluidität durch die B.-E.-S. erklärt.

Bosonen, → Bose-Einstein-Statistik.

Bossenwerk, ein hintermaueres Quadermauerwerk aus Steinen mit roh bearbeiteter Oberfläche und besonders stark profilierten Fugen.

Bouclé, 1) Haargarn aus groben Tierhaaren für B.-Teppiche mit Zugnoppen; 2) frottierter Effektzwirn für Mantel- und Sportrockstoffe.

Bourdonfeder, → Manometer.

Bourrette, Abfall der Schappespinnerei; wird zu B.-Garnen versponnen.

Bowdenzug, ein Drahtzug, bei dem Bewegungen und Kräfte durch einen in einem metall. Schlauch verschiebbaren Draht übertragen werden.

Boxcalf, Boxkalb, chromgegerbtes, feinnarbiges Kalbleder.

Boyle-Mariottesches Gesetz gibt die Beziehung zwischen Druck p und Volumen V eines idealen Gases bei konstanter Temperatur an (BOYLE 1662, MARIOTTE 1676): das Produkt $p \cdot V$ bleibt unverändert. Viele reale Gase, z. B. Luft, Wasserstoff, Helium, gehorchen dem Gesetz unter normalen Bedingungen mit großer Annäherung; weniger gut dagegen Kohlendioxid und gar nicht die Dämpfe.

Br, chem. Zeichen für → Brom.

brackig heißt das Wasser im Mündungsgebiet von Flüssen ins Meer, sowie die dort lebende Tierwelt und die Sedimente.

Bradykinin, ein Polypeptid aus 9 Aminosäuren, das den Blutdruck senkt und anregend auf die glatte Muskulatur wirkt; auch synthetisch herstellbar.

Bragg-Methode, → Strukturanalyse.

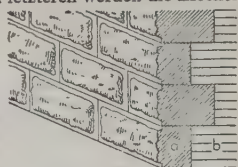
Bramme, roher, rechteckiger Eisenblock, der zu Blech oder Stabeisen ausgewalzt wird.

Brandgiebel, über angrenzende Gebäude hochgeführte Giebelwand, muß ebenso wie die gebäudeunterteilende Brandmauer aus feuerbeständigen Baustoffen ausgeführt und standsicher sein, soll das Übergreifen von Bränden verhindern.

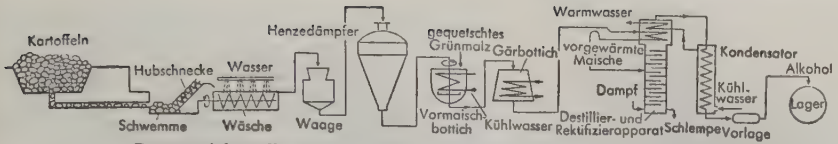
Brandsohle, Innensohle des → Schuhs.

Brandung, das Überstürzen der Meereswogen an der Küste durch Störung der Kreisbahnen ihrer Wasserteilchen im seichter werdenden Wasser.

Brantwein, jedes aus gegorener alkohol. Flüssigkeit durch Destillation gewonnene Erzeugnis (→ Alkohole), im engeren Sinne Mischungen aus Alkohol, Wasser und Aromastoffen (Trink-B.). Ausgangsstoffe für die Erzeugung (Spiritusfabrikation) sind hauptsächlich Kartoffeln und Getreidearten, ferner Zucker, Melasse, Obst und Beerenfrüchte, Rüben, Molke, Pflanzenteile sowie Holz und Holzbälge, in denen die Zellulose durch Behandlung mit Säuren in Zucker übergeführt wird (→ Holzverzuckerung), ferner Wein, Bierabfälle u. a. Außer durch Gärung wird B. auch aus Kalziumkarbid und Grubengasen über Acetylen und aus Äthylen auf chemisch-synthet. Wege gewonnen. Vergärbare Zucker enthaltende Rohstoffe werden zerstampft, zerrieben oder gedämpft und, mit Wasser verdünnt, zur Gärung angestellt. Obstmassen erhalten meist keinen Zusatz von Hefe, da die Gärung in ihnen nach einiger Zeit ohne besonderes Zutun durch die auf den frischen Früchten lebenden wilden Hefen wie bei der Weinbereitung eintritt. Stärkemehlhaltige Rohstoffe (Kartoffeln, Getreide) werden im Henzedämpfer, einem zylindr. Gefäß mit konischer Spitze, auf eine Temperatur von über 100°C erhitzt, d. h. unter Hochdruck gedämpft. Verhältnismäßig leicht werden Kartoffeln und Roggen aufgeschlossen; schwieriger ist das Dämpfen von zerleinertem Mais, aber noch länger und mit noch höherem Druck muß Mais im



Bossenwerk: a Werkstein, b Ziegelhintermauerung.



Brauwineherstellung aus Kartoffeln (nach Heiß, Lebensmitteltechnologie).

ganzen Korn gedämpft werden. Die fertig gedämpften Rohstoffe sind fast noch vollständig in ihrer ursprüngl. äußeren Form erhalten. Erst beim Überführen des Dämpfgutes in den Vormaischbottich unter Dampfdruck (*Ausblasen*) werden die gelockerten Zellverbände durch die plötzl. Druckentlastung auseinandergerissen. Unterstützt wird die Zerkleinerung durch scharfkantige, schneidend wirkende Öffnungen der Ausblaseventile. Fremdkörper werden durch einen zwischen Ausblaseventil und Vormaischbottich angebrachten *Steinfänger* zurückgehalten. Die ausgeblasene Maische wird nach Abkühlung auf 55–57°C durch Zugabe von →Malz in etwa 30–45 Min. verzuckert. Dabei wandeln sich 75 bis 80% der Stärke in Maltose um, während die restlichen 20–25% nur zu Grenzdextrinen abgebaut werden. Die auf 30°C abgekühlte Maische versetzt man zur Einleitung der Gärung in hölzernen Gärbottichen oder geschlossenen eisernen Gärkesseln mit Hefe. Durch Waschen des entweichenden Kohlendioxids werden die Verdunstungsverluste an Alkohol auf ein Mindestmaß reduziert. Die alkoholhaltige (8–10%) „reife“ Maische wird in einen Destillierapparat gepumpt, in dem der gebildete Alkohol durch Kochen der Maische verdampft (*Entgeisterung* der Maische); immer stärker angereichert, tritt sie schließlich in den Kühler über und wird in diesem verdichtet. Das mit den üblichen, einfachen, meist kontinuierlichen Brenngeräten gewonnene Destillat enthält neben etwa 86 Gew.-% Alkohol außer Wasser noch Verunreinigungen, z.B. Aldehyd, Fuselöl und Ester. Dieser *Rohbranntwein* (*Rohspiritus*) kann für viele techn. Zwecke unmittelbar verwendet werden. Für Genußzwecke u.a. wird er durch fraktionierte Destillation in Blasenapparaten gereinigt, zur weiteren Verfeinerung über ausgeglühte Holzkohle filtriert. Wasserfreier (absoluter) Alkohol kann nur nach *azeotropischen Verfahren* gewonnen werden, indem man hochprozentigen B. etwa im Gemisch mit Benzin oder Benzol einer nochmaligen Destillation unterwirft.

Theoretisch erhält man aus

1 kg Traubenzucker 643,9 cm³ Weingeist,

1 kg Rohrzucker ... 677,6 cm³ Weingeist;

1 kg Stärke 715,4 cm³ Weingeist;

wegen unvermeidl. biologischer Verluste betragen jedoch die praktischen Alkoholerträge z. B. aus 1 kg Stärke etwa 600–670 cm³.

K. WINDISCH u. M. RÜDIGER: Obstbrennerei (1960).

Bratspill, eine Ankerwinde mit waagerechter Welle.

Brauerei, → Bier.

Brauneisenstein, *Limonit*, *Nadeleisenerz*, rhombisches Mineral $Fe_2O_3 \cdot x H_2O$, hellgelb bis dunkelbraun, kommt als Verwitterungsprodukt aller Eisenerze vor in strahligen Aggregaten mit glänzender Oberfläche (*brauner Glaskopf*), knollen- oder bohnenförmig (*Raseneisenerz*, *Bohnerz*), dicht oder erdig (*gelber*, *brauner Ocker*). B. dient zur Eisengewinnung, der Ocker auch als Farbe.

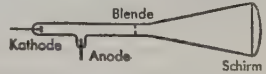
Braunerden, Böden mit teilweiser Umwandlung in der Richtung auf Tonbildung ohne größere Verlagerung kolloidaler Stoffe. Die der Verwitterung unterliegende Gesteinsschicht nimmt eine gleichmäßig braune Farbe an, die auf das bei der Verwitterung freierwerdende Eisenoxidhydrat zurückzuführen ist.

Braunit, tetragonales Mineral $3 Mn_2O_3 \cdot MnSiO_3$, eisenschwarz, Manganerz. Vorkommen auf metamorphisierten Kalksteinen oder Dolomiten.

Braunkohle, eine dichte, erdige oder holzige und

faserige →Kohle von brauner bis tiefschwarzer Farbe.

Braunsche Röhre, eine Kathodenstrahlröhre, mit der der zeitliche Verlauf elektrischer Schwingungen sichtbar gemacht werden kann (K. F. BRAUN, 1897). Die ersten B. R. mit kalter Kathode und Gasfüllung von rd. 0,001 Torr Druck hatten eine sehr hohe Spannung von 30000 bis 100000 Volt an der Anode nötig, um positive Gasionen zu erzeugen, die die Elektronen aus der Kathode heraus schlagen. Der Elektronenstrahl wird durch die positive Ionenladung des Gases in Zusammenwirken mit der Blende gebündelt. Der Schirm ist mit einem Leuchtstoff, z.B. Zinkblende, präpariert. Auf ihm erscheint an der Auftreffstelle des Elektronenstrahls ein leuchtender Punkt, der bei seitlicher Ablenkung des Elektronenstrahls durch elektrische oder magnetische Felder über den Schirm wandert und dabei Kurven schreibt, die ein Bild des zeitlichen Verlaufs der Ablenkkelder sind.



Braunsche Röhre, eine der ersten Formen (nach W. Möller, Die Braunsche Röhre).

Durch Einführung der Glühkathode (WEHNELT, 1903) konnte die erforderliche Anodenspannung auf 1500 bis 6000 Volt herabgesetzt werden. Der Strahl wird in zwei aufeinander senkrechte Richtungen abgelenkt, entweder elektrostatisch durch eingebaute Ablenkplatten (Anwendung vorwiegend beim Kathodenstrahl-Oszillographen) oder magnetisch durch stromdurchflossene Ablenkspulen (Anwendung z. B. als Bildröhre von Fernsehempfängern).

W. MÖLLER: Die B. R. (*1949).

Braunstein, ein Gemenge von Mangandioxiden, hauptsächlich *Pyrolusit*, dunkelgrau, wichtiges Manganerz, dient auch zur Gewinnung von Chlor, bei der Darstellung von Sauerstoff, zur Entfärbung von Glasflüssen und als Depolarisator der Trocken-elemente.

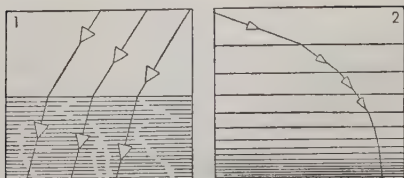
Brausepulver, Mischung von Natron (Natriumbikarbonat) mit Wein- oder Zitronensäure, Zucker und Aromastoffen. Beim Auflösen in Wasser braust das entweichende Kohlendioxid auf. Medizinisch werden B. mit abführenden Zusätzen, z.B. Seignettesalz (*Seidlitzpulver*), oder mit Bromsalzen hergestellt.

Brechkraft, → Dioptrie.

Brechstange, Stahlstange mit zugeschärftem Ende zum Abbrechen von Mauerwerk, zum Transportieren und Umkannten schwerer Gegenstände u.ä.

Brechung, *Refraktion*, die Richtungsänderung, die eine Welle erfährt, wenn sie aus einem Träger (Stoff, Medium) in einen anderen übertritt und die Ausbreitungsgeschwindigkeiten in den beiden Trägern verschieden groß sind. Die B. tritt bei allen Arten von Wellen (z.B. Licht, Röntgenstrahlen, Rundfunkwellen, Schallwellen, Oberflächenwellen auf einer Flüssigkeit) auf, hat jedoch die größte praktische Bedeutung beim Licht, weil auf der Licht-B. fast alle optischen Instrumente beruhen. Nach dem *Snelliusschen Gesetz* liegen 1) der einfallende und der gebrochene Strahl beide stets in derselben auf der Grenzfläche senkrecht stehenden Ebene; 2) bilden die Sinus des *Einfallswinkels* und des *Brechwinkels* ein unveränderliches, nur von den Eigenschaften beider Medien abhängiges Verhältnis (SNELLIUS 1618). Ist dieses *B.-Verhältnis* $\sin \alpha_1 / \sin \alpha_2 = n_{12}$ größer als 1, ist also der B.-Winkel α_2 kleiner als der Einfallswinkel α_1 , so nennt man das Medium 2 (das brechende Medium) bei Licht-B. *optisch dichter* als Medium 1;

Brech Weinstein - Breiten effekt



Brechung von Licht: 1 an einer Wasseroberfläche, 2 in einem Medium mit von oben nach unten stetig zunehmender Dichte.

entsprechend umgekehrt. n_{12} ist der Quotient der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten c_1 und c_2 in beiden Medien: $n_{12} = c_1/c_2$. Wenn Licht von der Seite des dichteren Mediums die Grenzfläche trifft, kann Totalreflexion eintreten. Um auch die brechende Kraft nur eines Mediums für Licht zu kennzeichnen, wird als dünneres Medium der leere Raum (Vakuum) vorausgesetzt. Das Brechungsverhältnis eines Stoffes gegen das Vakuum ist seine Brechzahl (*B.-Koeffizient, B.-Exponent, B.-Index*); die Brechzahl des Vakuums selbst ist demnach gleich 1.

BRECHZAHLEN FÜR GELBES Natriumlicht
($\lambda = 0,000589$ cm)

Stoff	Brechzahl
Wasser	1,3332
Alkohol	1,3646
Schwefelkohlenstoff	1,6291
Kronglas, leicht	1,5153
Kronglas, schwer	1,6152
Flintglas, leicht	1,6085
Flintglas, schwer	1,7575
Kalkspat, ordentlicher Strahl	1,6585
Kalkspat, außerordentlicher Strahl	1,4864
Diamant	2,42
Wasserstoff bei 0°C und 760 Torr ..	1,000139
Luft bei 0°C und 760 Torr	1,000292

Kurzwelliges (violett) Licht wird im Normalfall stärker gebrochen als Licht mit längerer Wellenlänge ($\rightarrow$ Dispersion).

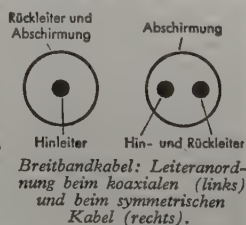
Die Maxwell'sche elektromagnet. Theorie des Lichtes liefert eine exakte Begründung des Snellius'schen Brechungsgesetzes und zeigt, daß das Licht in der kürzestmöglichen Zeit seinen Weg zurücklegt, wenn es dem Brechungsgesetz folgt (*Fermat'sches Prinzip*).

Ist der B.-Index eines Mediums stetig veränderlich, so erscheinen die hindurchgehenden Lichtstrahlen durch fortgesetzte B. gekrümmt: z. B. Lichtstrahlen in einer Salzlösung, wenn die Konzentration mit der Höhe abnimmt; in der Atmosphäre unter bestimmten Temperaturbedingungen, $\rightarrow$ Luftspiegelung. In der Troposphäre und der Stratosphäre treten wegen der Temperaturänderungen mit der Höhe und der dadurch bedingten Änderungen der Schallgeschwindigkeit gekrümmte Schallstrahlen auf, die zur Erklärung der Schweigzone herangezogen werden.

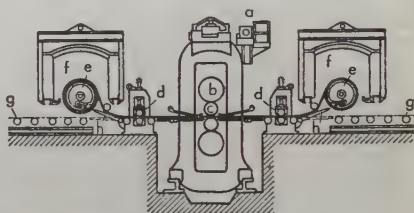
Brech Weinstein,
 $\rightarrow$ Weinsäure.

Breitbandkabel, besonderes $\rightarrow$ Kabel zur Übertragung von Nachrichten großer Frequenzbandbreite, z. B. von Fernseh-Signalen oder von Trägerstrom-Signalen, die zu einer Vielzahl von Fernsprechanälen gehören ($\rightarrow$ Trägerstromtechnik). Ausführung entweder als koaxiales oder als symmetrisches Kabel.

Breitbandstraße, Breitbandwalzwerk, dient zur Herstellung von Blech (Stahlband) von etwa 500 bis



2000 mm Breite. Die kontinuierliche B., auf der das Blech aus 80–200 mm dicken Brammen warm aus-gewalzt wird, besteht aus 1–4 einzeln angetriebenen Vorgerüsten (Duowalzwerke) und 4–6 Fertigerüsten (Quartowalzwerke) mit übereinstimmenden Geschwindigkeiten (Fertigstraße). Nach Erwärmung auf 1200°C fällt die Bramme auf einen Rollgang, durchläuft einen Zunderbrecher und das 1. Vorgerüst, darauf ein Stauchgerüst und das 2. Vorgerüst, dann einen zweiten Zunderbrecher und wird auf der Fertigstraße zu einem Band ausgewalzt. Die Auslaufgeschwindigkeit des Bandes beträgt 300–600 m/min, seine Dicke 5–1,5 mm, Bandlängen 50–400 m. Beim Warmbandumkehrwalzwerk (Steckelwalzwerk u. a.) wird das Vorband durch Treibwalzen in das Walzgerüst geleitet und auf 10 mm Dicke gewalzt. Darauf



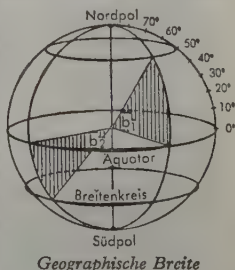
Breitbandstraße: Quarto-Walzengerüst nach Steckel mit zwei Haspelöfen; a Motor und Getriebe zur Druckeinstellung der Walzen; b Stützwalzen; c Arbeitswalzen; d Treibwalzen; e Haspel; f Haspelöfen; g Rollgang; h Wippe.

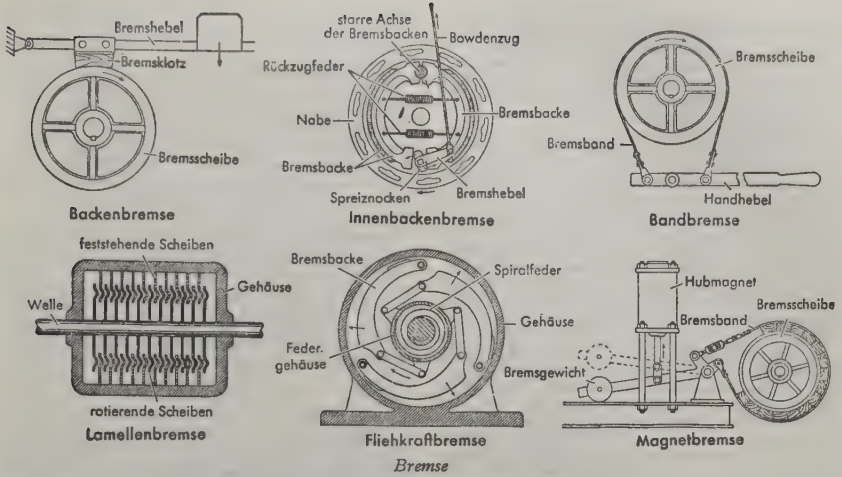
gelangt es über eine Wippe in einen Haspelofen, wird aufgehaspelt, wieder abgehaspelt, erneut über das Walzgerüst in den gegenüberliegenden Haspelofen geleitet und so wechselweise fertiggewalzt.

Breite, 1) der in Winkelgraden gemessene Abstand eines Gestirns von der $\rightarrow$ Ekliptik. Alle Sterne mit gleicher B. liegen auf demselben Breitenkreis oder Breitenparallele. 2) Die geographische B. eines Ortes ist der Winkel, den die Lotrichtung mit der Ebene des Erdäquators einschließt; sie ist gleich der Polhöhe, d. h. gleich dem Winkel zwischen der Verbindungslinie Beobachtungsort–Himmelspol und der waagerechten Ebene. Die B. steigt vom Äquator zu den Polen von 0° bis 90°. Man unterscheidet die nördliche (b_n) und südliche (b_s) B., abgek. n. Br., und s. Br., je nach der Lage des Ortes auf der Nord- oder Südhälfte der Erde. Orte von gleicher B. liegen auf einem zum Äquator parallelen Kreis (Breitenkreis).

Durch die Angabe seiner geograph. Länge und B. ist die Lage eines Ortes auf der Erdoberfläche bestimmt. **Breitengrad** heißt die Kugelzone zwischen zwei um 1° auseinander liegenden parallelen Kreisen; deren Abstand beträgt am Äquator 110563 m, an den Polen 111 680 m. **Breitenschwankungen** (Polhörschwankungen) nennt man die dauernde sehr geringe Änderung der geograph. B. aller Erdorte infolge Verlagerung der Umdrehungsachse der Erde um wenige Meter.

Breiteneffekt: Mit wachsender geomagnet. Breite nimmt die Intensität der kosmischen Ultrastrahlung ständig zu. Ein Intensitätsminimum besteht am geomagnet. Äquator, Intensitätsmaxima an den magnetischen Polen. In Meereshöhe ist der Intensitätsunterschied Äquator–Pol rund 10 % der Gesamtintensität. Für die verschiedenen Komponenten der Ultrastrahlung in größeren Höhen ist der B. sehr verschieden. So zeigen die Neutronen der Ultra-





Bremse

strahlung in größeren Höhen einen Effekt, der insgesamt bis zu 300 % betragen und deshalb wegen seiner relativ einfachen Meßbarkeit zur rohen Breitenbestimmung in Flugzeugen herangezogen werden kann. - Erklärung: Die energieärmeren Anteile der elektrisch geladenen Primärteilchen werden bei der Annäherung an die Erde im Erdmagnetfeld zum Teil nach den magnetischen Polen hin abgedrängt.

Breitwandverfahren, ein Filmwiedergabeverfahren mit einem Seitenverhältnis von 1:1,66 bis 1:2,55 (*CinemaScope*, *Cinerama*), das dem Gesichtsfeld bei beidäug. Sehen besser entspricht als das bisher übl. Seitenverhältnis 1:1,37. Weitere B.: *Vista-Vision*, *Todd-A-O-Verfahren*.

Brekzie, *Breccie*, *Bresche*, → Konglomerat.

Bremsberg, eine schiefe Ebene, auf deren einem Gleis beladene Wagen abwärts fahren und dabei auf dem anderen Gleis leere Wagen an einem Seil, das über eine Bremsvorrichtung läuft, hochziehen.

Bremse, eine Vorrichtung, die die Bewegung eines umlaufenden Maschinenteils (Welle, Rad) und des damit verbundenen Getriebes verlangsamten, aufheben oder den stillgesetzten Teil festhalten soll.

Die gebräuchlichste mechan. **Reibungs-B.** ist die **Backen-B.**: ein Bremsklotz oder Bremsbacken werden entweder von außen her oder von innen (**Innenbacken-B.**) gegen eine Bremsstrommel oder -scheibe oder unmittelbar gegen das Rad gedrückt. Bei der **Band-B.** wird ein um die Bremsstrommel gelegtes Stahlband, manchmal mit Reibbelag (Leder oder Holzklötze), durch Hebel- oder Magnetkraft angezogen. Die **Scheiben- oder Lamellen-B.** besitzt mehrere umlaufende, mit der abzubremsenden Welle verbundene Scheiben (Lamellen), die gegen zwischengeschaltete, im Gehäuse feststehende Scheiben gedrückt werden. **Fliehkraft-B.** sind Innenbackenbremsen, bei denen die Backen durch die Fliehkraft,

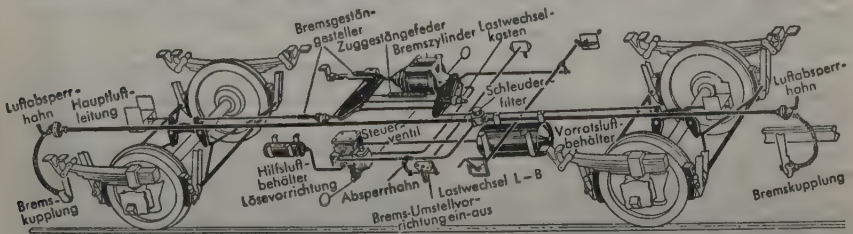
gegen die Haltekraft von eingebauten Spiralfedern an die Trommel gepreßt werden.

Zu den rein elektrischen B. gehört die **Wirbelstrom-B.**, bei der in einer Scheibe aus Kupfer oder Aluminium, die zwischen den beiden Polen eines feststehenden Elektromagneten durchgedreht wird, Wirbelströme entstehen, die den Elektromagneten mitzunehmen suchen und dadurch bremsend wirken (Bild → Gleisbremse).

Bei den **Elektromotor- oder Kurzschluß-B.** werden die Elektromotoren vom Netz ab- und auf einen Widerstand geschaltet. Ihre Bewegungsenergie läßt sie als Stromerzeuger (Generatoren) weiterlaufen, wird also in elektrische Energie umgewandelt, die durch den Widerstand aufgezehrt, d. h. in Wärme umgesetzt wird. - Bei den **Gegenstrom-B.** wird dem Motor Strom in umgekehrter Richtung zugeführt, so daß er schnell zum Stillstand kommt. Diese Bremsung benutzen Straßenbahnen in Gefahr.

Druckluft-B. werden vor allem im Fahrzeugbetrieb (Eisenbahn, Straßenbahn, Kraftwagen) verwendet. Bei den Eisenbahnen sind sie gewöhnl. Backen-B., die durch Federn angezogen, durch Druckluft aber offen gehalten werden. Ein Kuppelungsbruch zwischen den Wagen betätigt daher automatisch die B. Die Druckluft wird in einem Verdichter auf der Antriebsmaschine erzeugt und in einem Hauptluftbehälter gespeichert. Von da aus führt eine Hauptluftleitung zu den Fahrzeugen, die durch Schläuche miteinander verbunden sind. Jedes Fahrzeug hat einen oder mehrere Bremszylinder mit je einem Kolben, der über ein Gestänge mit den Bremsbacken verbunden ist. Druckluft- und Saugluft-B. werden auch zur Verstärkung der Fußkraft bei schweren Fahrzeugen angewendet.

Flüssigkeits-B. wirken durch die innere Reibung einer etwa durch eine Turbine bewegten Flüssig-



Bremse: Eisenbahnbremsen; Bremsausrüstung mit Steuerventil und Lastwechsel L-B (Leer-Beladen) für Wagen im normalen Güterzugbetrieb.

Bremsfeldröhre – Brennstoffelement

keit, die die Bewegungsenergie der umlaufenden Schaufeln verzehrt. Z. B. werden *Flüssigkeitspuffer* zur Dämpfung von Stößen und Schwingungen benutzt, etwa in der Weise, daß ein Kolben mit engen Öffnungen durch einen Zylinder mit zäher Flüssigkeit, z. B. Öl, gepreßt wird. Sie dienen u. a. zum Auffangen des Rückstoßes von Geschützen.

Bremsfeldröhre, Röhrentyp der Höchsthochfrequenztechnik. Durch Anlegen einer hohen positiven Spannung an das Gitter, einer negativen Spannung an die Anode einer Elektronenröhre wird zwischen Gitter und Anode ein Bremsfeld erzeugt, so daß die durch das Gitter hindurchfliegenden Elektronen abgebremst und zu Pendelschwingungen sehr hoher Frequenz um das Gitter herum (*Barkhausen-Kurz-Schwingungen*) veranlaßt werden. Die B. erlaubt Schwingungen bis zu etwa 10^9 Hertz mit Leistungen bis zu etwa 10 Watt zu erzeugen. Die Stabilität der Schwingungen ist für viele Zwecke zu gering.

Bremsgitter, Hilfsgitter in $\rightarrow$ Elektronenröhren.

Bremsleistung, diejenige Leistung einer Kraftmaschine, die nach Abzug der Reibungsverluste u. dgl. als Nutzleistung abgegeben wird. Feststellung durch Abbremsen mit dem *Bremsdynamometer*, z. B. dem *Pronyschen Zaum*. Nach Festklemmen auf einer auf der Maschinenwelle sitzenden Brems Scheibe werden die Bremsbacken so angezogen, daß die Maschine gerade ihre verlangte Drehzahl erhält. Die Waagschale wird so lange belastet, bis der Zaum zwischen den Anschlägen A schwebt. Dann ist der Reibungswiderstand zwischen Welle und Bremsbacken gleich der am Umfang der Welle wirkenden, von der Maschine ausgeübten Kraft; die Leistung, die sich jetzt vollständig gegen die Reibung verbraucht, ist proportional Gewicht, Hebelarm und Umdrehungszahl. Für kleinere Leistungen unter 5 PS genügt als Bremszaum ein Riemen, der auf die rotierende Scheibe gelegt wird und zum Ausgleich der Rotationskraft an beiden Enden mit ungleichen Gewichten belastet wird. Der Gewichtsunterschied ergibt die Bremskraft.

Bremsstrahlung, die beim plötzl. Abbremsen schnell bewegter Elektronen an Materie ausgelöste elektromagnet. Strahlung im Wellenlängengebiet der Röntgen- und Gammastrahlen, die Umkehrung des äußeren $\rightarrow$ lichtelektrischen Effektes. Die B. hat ein kontinuierliches Spektrum, das *Bremspektrum*. Die Wellenlänge der scharfen kurzwelligen Grenze des Bremspektrums ist quantentheoretisch dadurch gegeben, daß die kinetische Energie $mv^2/2$ der einfallenden Elektronen vollständig in Quantenenergie $h\nu$ der Strahlung umgesetzt wird: $h\nu = mv^2/2$ (h = Plancksches Wirkungsquantum, ν = Frequenz der Strahlung, m = Masse, v = Geschwindigkeit des Elektrons).

Bremsweg, der gesamte nach Erkennen eines Hindernisses bis zum Stillstand des Fahrzeugs zurückgelegte Weg. Er setzt sich zusammen aus dem während der Reaktionszeit, der Bremsen-Ansprechzeit und der Bremsverzögerungszeit zurückgelegten Weg. Die Reaktionszeit zwischen Erkennen der Gefahr und Beginn der Bremspedalbetätigung beträgt bei aufmerksamem Fahrer etwa 0,6 s und kann bei Unachtsamkeit bis auf etwa 1,7 s ansteigen. Die Ansprechzeit bis zur vollen Bremswirkung dauert bei mechan. und Öldruck-Bremsen 0,1 bis 0,2 s und bei Luftbremsen 0,2 bis 0,6 s. Der B. beträgt bei einem Kraftfahrzeug bei 50 km/h etwa 30 m und nimmt mit höheren Geschwindigkeiten sehr rasch zu, bei einem Eisenbahnzug mit 80 km/h ist er rund 500 m.

Brenner, der Teil einer Heiz- oder Beleuchtungsvorrichtung, in dem Gas, flüssiger Brennstoff oder Kohlenstaub verbrannt wird. *Gas-B.*, $\rightarrow$ Bunsenbrenner, $\rightarrow$ Gaskocher, *Öl-B.*, $\rightarrow$ Ölheizung, *Kohlenstaub-B.*, z. B. *Zyklon-B.*, $\rightarrow$ Feuerung.

Brennerel, die Herstellung von Alkohol in Form von $\rightarrow$ Branntwein (Weingeist, Spiritus). Die Herstellung von Weinbrand (Kognak) bildet häufig einen Nebenbetrieb der Weinküferei.

Brennpunkt, 1) *Fokus*, der Punkt, in dem sich achsenparallele Lichtstrahlen nach der Brechung

durch eine Linse oder Reflexion an einem Hohlspiegel annähernd vereinigen. Die Entfernung des B. vom Hauptpunkt heißt *Brennweite*; ihre Größe ist vom Krümmungsradius und bei der Linse außerdem von der Brechzahl ($\rightarrow$ Brechung) des Glases abhängig. Alle durch den B. gehenden Strahlen heißen *Brennstrahlen*, die durch den B. senkrecht zur Achse gelegte Ebene heißt *Brennebene*. 2) **CHEMIE**: $\rightarrow$ Entzündung. 3) Ausgezeichneter Punkt eines Kegelschnitts, $\rightarrow$ Ellipse, $\rightarrow$ Hyperbel, $\rightarrow$ Parabel.

Brennschlußpunkt, der Punkt der Bahn einer Rakete, in dem sie sich bei Unterbrechung der Verbrennung des Treibstoffs befindet.

Brennspiegel, ein Sammel- oder Hohlspiegel, z. B. zur Konzentrierung der Sonnenstrahlung.

Brennstoffe, 1) Stoffe, die im Haushalt oder in der Industrie zur Wärmeerzeugung verbrannt werden. Man unterscheidet *feste, flüssige und gasförmige B.*, nach ihrer Entstehung *natürliche*, wie Holz, Torf, Kohle, Erdöl und Naturgas, und *veredelte B.*, wie Briketts, Koks, Benzin, Benzol, Wassergas u. a.

HEIZWERT EINIGER BRENNSTOFFE (in kcal/kg)

	fest
Anthrazit	7915
Steinkohle (Ruhr)	7650
Steinkohle (Schlesien)	7000
Braunkohle (Tschechoslowakei)	4600
Braunkohle (Mitteldeutschland)	2690
Gaskoks (lufttrocken)	7170
Briketts (Braunkohle)	4600
Torf (lufttrocken)	3800
Holz (lufttrocken)	3600

	flüssig
Benzin	11000
Rohöl	10000
Braunkohlenteeröl	9600
Teer	9100
Spirituss	5500

gasförmig (in kcal/Nm³)

Schmelgas (aus Steinkohle)	6850
Stadtgas	5190
Kokereigas	4800
Wassergas	2540
Luftgas	1140
Hochofengas	950

2) **KERNENERGIETECHNIK**: Stoffe, die in wechselnden Konzentrationen den eigentlichen $\rightarrow$ Spaltstoff enthalten.

Brennstoffelement, 1) im Prinzip und Aufbau ein galvanisches Element, bei dem das teure Zink durch billige Brennstoffe ersetzt wird, die durch ihre Oxydation vorwiegend elektr. Energie statt Wärme liefern. Alle B. besitzen Anoden zur katalyt. Aktivierung des Brennstoffs, Kathoden zur Aktivierung des Sauerstoffs der Luft oder eines anderen Oxydationsmittels und dazwischen einen Elektrolyt. Leiter oder Ionenaustauscher. Als Brennstoffe werden Wasserstoff (Knallgas), Methan, Methanol, Äthylenglykol u. a. verwendet. Als $\rightarrow$ Di-Reaktantwandler können B. Wirkungsgrade von fast 100% erreichen; doch wurden bisher nur wenige Typen bis annähernd zur Industriereife entwickelt. Als aussichtsreich wird die Anwendung von B. für den Antrieb von Elektro-

Brennstoffelement: Sauerstoffelektrode des Knallgaselements nach Justi, Thuy und Winsel. Die andere Elektrode ist eine Wasserstoffelektrode aus porösem Nickel; Elektrolyt ist Kalilauge. Bei a wird Sauerstoff zugeführt, der durch den porösen Kohlezylinder b in den Elektrolyten diffundiert, ionisiert wird und mit dem ebenfalls (umgekehrt) ionisierten Wasserstoff unter Bildung von Wasser reagiert (Umkehrung der Wasserelektrolyse). Der Strom wird an den Federn c (und entsprechend an der Wasserstoffelektrode) abgenommen. Wirkungsgrad etwa 70%.



mobilen angesehen, als naheliegend diejenige in der Raumbfahrt.

JUSTI u. WINSSEL: Kalte Verbrennung – Fuel Cells (1962).

2) KERNENERGIE-TECHNIK: B., Brennelement, → Spaltstoffe.

Brennstoffmesser, Meßeinrichtung für feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe. *Vorratsmesser* bestimmen die vorhandene Menge, und zwar direkt durch Messung des Gewichtes oder Volumens (Benzinuhr) oder indirekt durch Messung des statischen Druckes. *Verbrauchsmesser* ermitteln die verbrauchte oder entnommene Menge, direkt durch Bestimmung des Gewichtes oder Volumens (Kippmesser, Gasmesser) oder indirekt aus der Strömungsgeschwindigkeit (Flügelrad-Gasmesser, Schwimmer-Messer) oder aus der Druckdifferenz, die entsteht, wenn der Querschnitt der Brennstoffleitung an einer Stelle verengt wird (Venturirohr). Die Verbrauchsmesser sind meist mit einem Zählwerk gekoppelt (Gasuhr, Literzähler der Tankstellen).



Brennweite, → Brennpunkt.

Brenzverbindungen, Pyroverbindungen, organ. Verbindungen, gewonnen durch trockene Destillation anderer organ. Verbindungen, die dabei z. B. Wasser und Kohlendioxid abgeben. Viele sind Säuren (Brenzsauren oder Pyrosäuren), wie die aus Weinsäure entstehende Brenzweinsäure und Brenztraubensäure, andere sind → Phenole, wie Pyrogallol und Brenzkatechin.

Brewstersches Gesetz, OPTIK: Beim Einfall von Licht aus einem dünneren in ein (optisch) dichteres Medium ist der reflektierte Anteil dann vollständig polarisiert, wenn gebrochener und reflektierter Strahl aufeinander senkrecht stehen; die Schwingungsebene liegt senkrecht zur Einfallsebene.

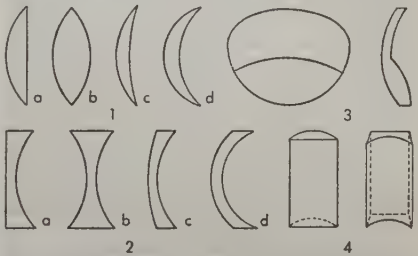
Briefaufstell- und Stempelmaschine, eine Maschine, in der die von der → Briefsortiermaschine kommenden Sendungen zum Stempeln aufgestellt werden. Als Kriterium dient die Lage der Briefmarke in der oberen rechten Ecke. Die Sendungen werden von einem ultravioletten Lichtstrahl abgetastet. Dabei leuchten die auf phosphoreszierendes oder fluoforeszierendes Papier gedruckten Marken auf. Das Fluoreszenzsignal liefert über einen Photowiderstand ein Steuersignal für eine Weiche, die die Sendung, je nach Lage der Marke, entweder passieren läßt oder an ein in seiner Längsrichtung um 180° gewundenes Transportbandpaar zum Wenden und, wenn nötig, an Rollenpaare mit unterschiedl. Drehzahl in ihrer Ebene zum Drehen leitet. Unfrankierte Sendungen werden ausgeschieden. Die gleichmäßig ausgerichteten Sendungen (bis 20 000/Std.) gelangen über die Stempelmaschine und einen Zwischenstapler zum Codierplatz.

Briefsortiermaschine, eine Anlage, die selbsttätig Briefe und Postkarten nach Bestimmungsort oder anderen aus der Anschrift ersichtlichen Angaben sortiert; mit den größten B. können stündlich bis zu 120 000 Sendungen auf maximal 600 Richtungen verteilt werden. Das ungeordnete Postgut aus den Briefkästen wird in die *Formattrennungsmaschine* gegeben. In ihr werden die Sendungen im Format 90 × 140 mm bis 176 × 250 mm mit einer Dicke bis 4 mm von den von Hand zu bearbeitenden Sendungen getrennt. Danach gelangen sie zu einem Zwischenstapler, der sie mit einem Förderband der → Briefaufstell- und Stempelmaschine zuführt.

Brikett, quader-, würfel- oder eiförmig gepreßte feinkörnige Stoffe, wie Steinkohle, Braunkohle, Erze, Futtermittel. Zur *Brikettierung* von getrockneter Braunkohle genügt die durch den hohen Druck der Stempelpresse (1200 at) bewirkte Adhäsion der Teilchen und die Verklebung durch den Bitumengehalt; bei Steinkohle ist ein Zusatz von 7–9 % Steinkohlenteerpech erforderlich.

Brillant, → Edelsteine.

Brille, *Augenglas*, optische Vorrichtungen, die zum Ausgleich eines Brechungsfehlers der Augen dienen; im weiteren Sinne auch Prismen- und Schutz-B. Die *Sammel-* oder *Plusgläser* werden verwendet bei Weitsichtigkeit, bei Alterssichtigkeit und bei Lähmung oder Schwäche der Akkomodation, die *Zerstreuungsgläser* nur bei Kurzsichtigkeit. Die Brechkraft einer Linse wird in → Dioptrien (D) ausgedrückt. Nach den Grenzflächen der Linsen unterscheidet man *plankonvexe*, *plankonkave*, *bikonvexe* und *bikonkave* Gläser. Alle diese Gläserarten geben bei geradeaus gerichtetem Blick deutliche, bei schräger Blickrichtung jedoch (durch den Astigmatismus schiefer Büschel) undeutliche Netzhautbilder. Diese werden einigermaßen vermieden durch die schwach durchgebogenen *periskopischen Gläser* und die stark durchgebogenen *Menisken* oder *Halbmuschelgläser*. Vollkommener sind die von ZEISS 1908 konstruierten *Punktalgläser*, bei denen für jede Linse die beiden Flächenkrümmungen genau errechnet sind. Für die stärkeren konvexen Linsen



Brille: Linsenformen. 1 und 2 sphärische Linsen. 1 Konvex- (Sammel-) Linsen: a plankonvex, b bikonvex, c periskopisch, d Halbmuschelglas (Meniskus). 2 Konkav- (Zerstreuungs-) Linsen: a plankonkav, b bikonkav, c periskopisch, d Halbmuschelglas (Meniskus). 3 Bifokalglass. 4 Konvexe und konkave Zylinderlinsen zur Korrektur des Hornhautastigmatismus.

(z. B. einer Star-B.) ist dies Ziel z. B. durch Verwendung einer sphärischen und einer asphärischen Fläche zu erreichen (*Katralgläser*). Astigmatismus kann durch *zylindrische Gläser* ausgeglichen werden, d. h. durch Linsen, die von Zylinderflächen begrenzt sind. Der Strahlengang wird nur in der zu den Zylinderachsen senkrechten Ebene beeinflusst. Auch bei den zylind. Gläsern kann der bei schrägem Durchblick auftretende Astigmatismus schiefer Büschel durch entsprechende Durchbildung der Gläser (*torische Gläser*) vermieden werden.

Bei kegelförmiger Hornhaut (Keratokonus) verwendet man *Haftgläser* (*Kontaktlinsen*), dünne Glasscheiben, die unter dem Augenlid auf dem Auge getragen werden. Bei Bifokalgläsern erhält das für die Ferne bestimmte Glas im unteren Bezirk einen abgeänderten Schliif, der die Naharbeit ermöglicht. Das gleiche erreicht man, indem man vor die Fernbrille einen *Vorhänger* mit unteren Halbgläsern setzt, der das Fernglas im unteren Abschnitt zum Nahglas ergänzt. Schwachsichtigen kann man durch *Fernrohr-B.* (zwei- bis dreifache Vergrößerung), bei sehr starker Herabsetzung der Sehschärfe durch eine *Fernrohrbrille* (6fache Vergrößerung) mitunter Hilfe bringen.

Brinellhärte, → Härte.

Brisanz, die Sprengkraft, vor allem die zertrümmernde Kraft eines Sprengstoffs, im Unterschied zur geschosstreibenden Wirkung der langsam abbrennenden Schießpulver.

Brise, ein guter Segelwind, der dem Schiff erlaubt, den größten Teil seiner Segel zu führen; Geschwindigkeit 2–10 m/s.

Britanniametall, Legierung mit 70–94 % Zinn, 5–24 % Antimon, etwas Kupfer, Zink, Blei und Wismut. B. wird für Notendruckplatten, Geräte, Tafelgeschirr und Lager angewandt.

Broglie, Louis, Prinz von, französ. Physiker, * 1892, leitete 1924 mit seinem Begriff der Materiewellen (*Broglie-Wellen*) die Wellentheorie der Materie ein. 1929 Nobelpreis.

Brokat, reich gemusterter, schwerer Seidenstoff mit eingewebten Gold- oder Silberfäden für Meßgewänder, Kleider, Schuhe und Möbelbezüge.

Brom, Br, chem. Element aus der Gruppe der +Halogene; Ordnungszahl 35, Massenzahlen 79, 81, Atomgewicht 79,916; Schmelzpunkt $-7,3^{\circ}\text{C}$, Siedepunkt 58°C , bei gewöhnl. Temperatur eine dunkelrotbraune Flüssigkeit der Dichte $3,14\text{ g/cm}^3$. Farbe in festem Zustand dunkelbraun, in gasförm. rotbraun. B. ist stark riechend, schädigt die Atmungsorgane, wirkt ätzend auf die Haut (Gegengmittel: Petroleum oder Benzol). B. kommt in der Natur meist zusammen mit dem eng verwandten Chlor in entspr. Verbindungen vor, z. B. im *Natriumbromid* oder *Kaliumbromid* oder im B.-Carnallit ($\text{MgBr}_2 \cdot \text{KBr} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). In Verbindung mit organ. Stoffen kommt B. bei manchen niederen Tieren und bei Pflanzen vor, z. B. im Farbstoff der Purpurschnecke. Darstellung durch Einleiten von Chlor in wäßrige Lösungen von *Bromiden*, also von Salzen der B.-Wasserstoffsäure (*HBr*). Lösliche Alkalibromide, sowie einige organ. B.-Verbindungen werden als Nervenberuhigungs- oder Schlafmittel verwendet. *Silberbromid*, B.-*Silber*, *AgBr*, ist der wichtigste Bestandteil der meisten lichtempfindl. Emulsionen, wie sie zum Photographieren und zu gewissen Reproduktionen verwendet werden.

Bromsilberdruck, *Kilometerphotographie*, die automat. Anfertigung von Bromsilberkopien in sehr hohen Auflagen. Hierbei läuft das Bromsilberpapier von einer etwa 1000 m fassenden Rolle ab, wird unter mehreren Negativen belichtet und in einer Entwicklungsmaschine weiterverarbeitet.

Bronze, die älteste Legierung; sie diente schon in der Vorzeit in größeren Mengen zur Herstellung von Waffen, Werkzeugen und Schmuck. Reine Zinn-B. enthalten 80–94% Kupfer und 20–6% Zinn (DIN 1705). Sonder-B. sind z. B. die Aluminium-B. mit 4–9% Aluminium, Rest Kupfer (DIN 1714), und die Blei-B. mit 10–35% Blei, Rest Kupfer (DIN 1716), ferner Mangan-, Beryllium-, Nickel-, Geschütz-, Glocken-, Kunst-B. Der Schmelzpunkt der B. liegt bei 900–1000°C, die Zugfestigkeit beträgt bis zu 80 kp/mm². *Bronzieren* wird am einfachsten durchgeführt mit B.-Tinktur, einer Aufschwemmung von B.-Pulver in Spirituslack, Benzinslack u. a. Eine bessere Bronzierung von Metallteilen erzielt man durch ein galvan. Bad, das mit Kupfersulfat, Kaliumzyanid und Kaliumhydroxid einerseits, mit Zinn(II)-chlorid oder Zinn(IV)-chlorid und Natriumsulfat andererseits zubereitet ist. Die verschiedenen Farbtonungen der *Bronzefarben* (Farben, die B.-Pulver enth.) erhält man durch Erhitzen des Pulvers (Anlauffarben) oder Zusatz von Farbstoffen (*Patentbronzen*).

Bronzit, Mineral aus der Gruppe der rhombischen Pyroxene, (Mg, Fe) SiO_3 , tombakbraun, Bestandteil basischer Tiefengesteine.

Brookit, rhombisches Mineral, TiO_2 , gelbblich-braun bis schwarz, bildet Kristalle mit metallartigem Diamantglanz, kommt auf Klüften alpiner Eruptivgesteine vor.

broschieren, 1) *BUCHBINDEREI*: das Herstellen eines Heftes oder Buches mit Papier- oder Kartonumschlag, also ohne Einbanddecke, durch Heften und Rückenleimung.

2) *WEBEREI*: Gewebe durch einen besonderen Figurenschuss mustern, der mittels B.-Schützen oder B.-Lade eingetragener wird (*Broché-Gewebe*).

Brot wird aus Getreidemehl oder -schrot sowie Wasser und Salz durch Backen unter Verwendung von Teiglockerungsmitteln hergestellt. Das Mischungsverhältnis von Mehl und Wasser ist vom Quellungsvermögen des Klebers abhängig und wird als Teigaussbeute, bezogen auf 100 Teile Mehl, angegeben. Gute Roggenmehle liefern Teigaussbeuten von 150 bis 158, geringere von 145 bis 147. Beste

Weizenmehle ergeben Ausbeuten bis 180, normale etwa 165, geringere Mehle 150 bis 160. Der Zusatz von Salz verbessert nicht nur den Geschmack, sondern festigt auch den Teig. Das Lockerungsmittel (Sauerteig, Hefe, Backpulver) wird in den Teig eingearbeitet. Das meist verwendete Lockerungsmittel ist *Preßhefe*, auch in Verbindung mit einem → *Kunstsaure*. Die Nahrung für Bakterien und Hefen bildet der im Mehl vorhandene Zucker. Zugleich wird Stärke durch die Amylasen des Kornes zu Dextrinen und Maltose abgebaut. Ist die diastatische Kraft eines Mehles zu gering, so setzt man Backmalz oder Malzextrakt (*Backhilfsmittel*) zu, die Malzzucker und Amylase enthalten. Großgebäck wird noch vielfach mit der Hand abgeteilt (*ausgewirkt*) und gewogen. Die Stücke werden zum Aufgehen „auf Gare“ gestellt, d. h. bei 32–35°C ruhig stehengelassen. Das dabei durch Gärung entstehende Kohlendioxid treibt den Teig.

Der gelockerte Teig ist bereit für den *Backofen*. In seiner einfachsten Form ist der Backofen ein Mauerwerk aus Sohle und darübergewölbter Decke. Durch eine Tür in der Stirnwand wird erst der Heizstoff und nach Entfernung der Glut das Backwerk auf langen hölzernen Schiebeschaulen in den geheizten Ofen eingeführt (*eingeschossen*). Für Kohlenfeuerung baut man unter der Sohle Roste ein (Plan-, Korb- oder Schalenroste) und leitet die Flammgase durch den Backraum in einen Rauchkanal und durch diesen ins Freie. Als Kanal- und Unterzugsöfen gebaute Öfen sind auch mit Gas, Heißluft und Öl heizbar. Von Raucheinflüssen frei ist der Dampfbackofen, der Wasserdampfheizung durch starkwandige Stahlrohre als Heizkörper hat. Unterhalb der Heizröhren ist ein Wrasenapparat eingebaut, der den Ofen mit Wasserdampf beschickt. Diese Öfen werden als *Einschieß- oder Auszugsöfen* gebaut. In Großbäckereien sind hauptsächlich Auszugsöfen oder Öfen mit endlosen Plattenbändern (*Ketten-Stahlbandöfen* für Keks, Zwieback, *Lattenbandöfen* für B. und Brötchen) anzutreffen; Backleistung bis 2000 kg B. in der Stunde. Man findet auch elektrisch beheizte Öfen. — Die Stücke können frei nebeneinander in den Ofen gebracht werden, wobei die übliche Form des Brotlaibes entsteht (*freigeschobenes Gebäck*), oder derart, daß sie sich an den Seiten berühren (*angeschobenes Gebäck*, Form des *Kommi-B.*). Sehr weicher Teig, vor allem solcher von Spezial-B., wird in Formen gebacken (*Kasten-B.*). Beim Erwärmen im Backofen dehnen sich die Kohlendioxidbläschen im Teig weiter aus, und der Alkohol verdampft (Ofentrieb, Nachtrieb). Dann gerinnt der Kleber, wobei er das aufgenommene Wasser abgibt, das von der verkleisternden Stärke gebunden wird. Geronnener Kleber und verkleisterte Stärke bilden die Krume. Die Randschichten trocknen im Ofen aus, und es entstehen Röstprodukte, die die braune Farbe und den bitterlichen Geschmack der Kruste liefern. Großbrot erfordert eine Backtemperatur von etwa 230 bis 250°C, Kleingebäck 200–230°C. Die Backzeit beträgt für ein Stück von 2 kg etwa 2 Stunden. Trotz der Ofenhitze wird die Krume nicht heißer als 85°C.

VITAMIN- UND SPURENSTOFFGEHALT DES BROTES

mg je kg	Vollkornmehl	75%iges Weißmehl	Verlust %
Aneurin od. Vitamin B ₁	5,1	0,7	86
Laktoflavin od. Vit. B ₂	1,3	0,4	70
Nikotinsäure	57	7,7	86
Pyridoxin od. Vit. B ₆	4,4	2,2	50
Pantothensäure	50	23	54
Tokopherol od. Vit. E	24	0	100
Kalzium	450	200	56
Magnesium	220	100	55
Phosphorsäure	4230	920	78
Eisen	44	7	84
Mangan	70	20	72
Kalium	4730	1150	76
Kupfer	6	1,5	75

BROTARTEN. Ortsübliche B. sind *Roggenschrot-B.* verschiedenster Art, z.B. auch *Pumpernickel.* Dieser wird mit Sauerteig bereitet und 16–24 Stunden in abgedichteten Öfen bei nur 110–140°C gebacken. Zu *Knäcke-B.* wird ziemlich flüssiger Teig in dünner Schicht gebacken und das B. anschließend nachgetrocknet. *Weiß-B.* ist jedes aus Weizenmehl ohne Milch, Fett, Zucker usw. mit Hefe erbackene B. *Vollkorn-B.* enthält alle Teile des ungeschälten, aber von den Holzschalen befreiten Kornes, auch den Keimling (→Müllerei).

Browsche Bewegung, die von dem Botaniker R. BROWN 1827 entdeckte zitternde Bewegung kletternder in Flüssigkeit suspendierter Teilchen. Auch Rauch und Nebel zeigen die B. B. Ursache der B. B. sind die Stöße der Flüssigkeitsmoleküle, die sich nach der mechanischen Wärmetheorie dauernd, heftig und unregelmäßig bewegen, gegen die suspendierten Teilchen. A. EINSTEIN hat 1906 durch Anwendung von Wahrscheinlichkeitserlegungen auf die Bahnen der Teilchen eine Gleichung zwischen der allmählichen Fortschreitung und der *Loschmidt'schen Zahl* aufgestellt, mit der PERRIN die Messung dieser Zahl in Übereinstimmung mit anderen Verfahren gelang. So bildet die B. B. auch einen eindringlichen Beweis der Molekulartheorie; sie ist die sichtbare Wärmebewegung*.

BRT., Bruttoregistertonne, →Registertonne.

Bruch, 1) GEOLOGIE: →Verwerfung. *Bruchlinie,* der Schnitt einer Verwerfungsfläche mit der Erdoberfläche. *Bruchstufe,* eine durch eine Verwerfung an der Erdoberfläche erzeugte Stufe. *Bruchfaltung,* eine Faltung mit gleichzeitiger Bruchbildung.

2) MATHEMATIK: das Verhältnis einer ganzen Zahl (Zähler) zu einer zweiten (Nenner), geschrieben $4:3 = \frac{4}{3}$ oder $4/3$. Ein B. heißt *echt*, wenn der Zähler

kleiner, *unecht*, wenn der Zähler größer ist als der Nenner. Das Vertauschen von Zähler und Nenner ergibt den *reziproken Wert* (Kehrwert) des B. → Dezimalbruch.

3) MINERALOGIE: die Beschaffenheit der beim Zerschlagen eines Minerals entstehenden Flächen mit Ausnahme der ebenen Spaltflächen. Man unterscheidet *muscheligen, splütrigen, glatten, erdigen B.*

4) WERKSTOFFPRÜFUNG: Werkstofftrennung bei Überschreiten der Trenn- oder Schubfestigkeit. Ein *Gewaltbruch* entsteht bei zügiger und kurzzeitiger Beanspruchung, wenn eine ständig steigende Kraft die Grenze der Belastbarkeit eines Werkstückes erreicht. *Dauerbrüche* entstehen nach Schwingungsbeanspruchung wenig oberhalb der Dauerfestigkeit, bevorzugt an durch Gestalt oder Beanspruchung oder anders hervorgehobenen Stellen. *Zeitbrüche* entstehen nach schwingender Beanspruchung bei geringen, etwa bei der Streckgrenze auftretenden plastischen Formänderungen, d.h. sie liegen zwischen Gewaltbrüchen und Dauerbrüchen.

Brücke, ein Ingenieurbauwerk zur Überführung eines Verkehrsweges, einer Wasserleitung u. dgl. über ein Hindernis. **UNTERBAU:** Die *Fundamente* übertragen alle Lasten einschließlich Eigengewicht auf den Baugrund. Auf gutem Baugrund können sie unmittelbar aufgebracht werden. Bei tragfähigem Baugrund in tiefen Lagen, bei Wasserandrang oder ähnlichen Schwierigkeiten wählt man Pfahlgründungen (Holz-, Beton-, Stahlpfähle), Brunnengründungen oder Senkkästen- (Caisson-) Gründungen. Auf den Fundamenten ruhen die *Pfeiler* oder an den Bauwerkenden die *Widerlager*. B.-Pfeiler werden in der Regel aus Beton oder Stahlbeton, in Sonderfäl-

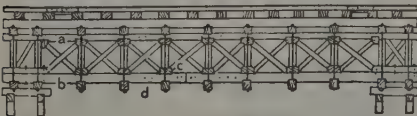
len aus Stahl hergestellt und oft mit Stein verkleidet. Der **ÜBERBAU** oder das **TRAGWERK** überträgt Verkehrslasten und Eigengewicht auf Pfeiler und Widerlager.

Der Brückenbauer unterteilt die B. vorwiegend nach konstruktiven Gesichtspunkten. Bei *Balken-B.* sind die Hauptträger aus Stahl, Stahlbeton oder Holz in statischem Sinne als einfache oder durchlaufende →Balken ausgebildet. Sie üben bei lotrechten Lasten nur lotrechte Auflagerdrücke aus. Das Haupttragwerk der *Bogen-B.* sind →Bögen aus Stahl oder Stahlbeton. Je nachdem kein Gelenk, zwei oder drei Gelenke vorhanden sind, nennt man sie eingespannte, Zweigelenk- oder Dreigelenk-Bogen-B. In statischer Hinsicht sind diese B. dadurch gekennzeichnet, daß die durch die Belastungen ausgelösten Biegemomente anders als bei Balken-B. verhältnismäßig klein sind. *Stabbogen-B.* sind Balken-B. mit darübergespannten Bögen (LANGER-Balken). Nach der Ausführungsart des Hauptträgers spricht man von *Vollwand-, Fachwerk-, Trägerrost-, Röhren- oder Kasten-B.* Bei den *Hänge-B.* besteht der tragende Teil aus einem nach unten gebogenen Gurt, der sich an seinen beiden Enden auf zwei hohe Pfeiler stützt, um von hier in schräger Richtung als Rückhaltgurte zu den Verankerungen zu führen.

Holzbrücken werden heute fast nur noch als Behelfs-, Not- und Kriegs-B. verwendet. Das Tragwerk und in der Regel auch der Unterbau bestehen aus Holz (meist Nadelholz, bes. Kiefer und Lärche). Einfache Balken-B. für wenige Meter Stützweite bestehen aus einer Anzahl im Abstand von etwa 1 m nebeneinander liegender Balken; Spannweiten bis 20 m erreicht man durch Balken-B. mit zusammengesetzten Tragbalken. Die Träger bestehen aus übereinanderliegenden, miteinander verschraubten Balken, die durch Dübel gegen Verschieben gesichert sind oder zahnförmig ineinandergreifen. Bei hölzernen *Fachwerk-B.* verwendet man zum Anschluß der einzelnen Stäbe Schrauben, Holz- und Stahldübel, Krallenbänder und in letzter Zeit häufig Nägel; Spannweiten von 50 m und mehr. Bei hölzernen *Vollwand-B.* besteht das Tragwerk in der Regel aus einem Steg von 2 sich kreuzenden Bretterscharen von je 2 bis 4 cm Dicke, die miteinander vernagelt und oft mehrere Meter hoch sind. Die Gurte werden von aufgenagelten Brettern oder Kanthölzern gebildet; Stützweiten 30 m und mehr. Bei *Sprengwerk-B.* werden die Balkenträger der Fahrbahn durch schrägläufige Druckstreben (Sprengwerke) gegen das Widerlager abgestützt. Den Gegensatz hierzu bilden die *Hängesprengwerk-B.*, bei denen die Balkenträger samt der Fahrbahn auf einem Sprengwerk aufgehängt werden. Eine Kombination beider Systeme bildet das *Hängesprengwerk*. Diesen Balkenbrücken stehen die Bogenbrücken gegenüber, mit denen vor dem Aufkommen der stählernen Brücken, vor allem in Amerika und in der Schweiz, große Spannweiten überbrückt wurden.

Steinbrücken aus Naturstein- oder Ziegelmauerwerk werden fast immer als →Gewölbe ausgeführt. Meist werden von der äußeren Begrenzung der Gewölbe Stirnmauern hochgeführt, zwischen die Sand oder Magerbeton geschüttet wird. Darauf wird die Fahrbahn aus Beton ausgeführt. Die erreichten Spannweiten und Bogenhöhen sind z. T. recht beträchtlich.

Stahl-B. Während der Überbau aus Stahl besteht, können die Pfeiler aus Stein, Beton, Stahlbeton oder Stahl hergestellt sein. Mit Stahl können bei geringstem Gewicht die größten Stützweiten überspannt werden. Die Hauptglieder der Stahl-B. sind die Hauptträger, Fahrbahngerippe, Quer- und Längsverbände und Auflager. *Vollwandbalkenträger* oder *Blechträger* bestehen aus einem verhältnismäßig dünnen Stehblech (8–20 mm) und den aus dünnen Platten oder Winkeln zusammengesetzten Gurten. Die Höhe solcher Träger kann mehr als 10 m betragen. Die Stege müssen durch besondere Aussteifungen gegen Ausbeulen gesichert werden. Bei *Fachwerkhauptträgern* bestehen die Gurte und Füllungsstäbe (Diagonalen und Pfosten) zweck-



Brücke 1: Holzbrücke (Fachwerkbalkenträger); a Obergurt, b Untergurt, c Stäbe, d Stemmklötze.

Brücke

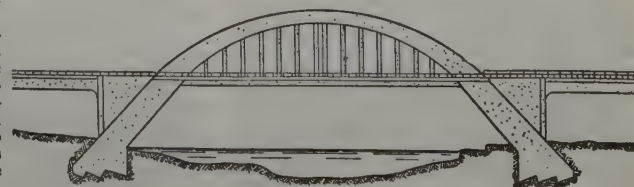
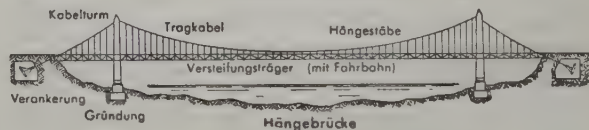
mäßig aus steifen Profilen. Das Fahrbahngerippe besteht in der Regel aus vollwandigen Quer- und Längsträgern. Die Querträger verbinden die Knotenpunkte verschiedener Hauptträger miteinander. Auf den Längsträgern liegen bei *Eisenbahn-B.* mit offener Fahrbahn die hölzernen Querschwellen mit den Schienen. Bei geschlossenen Fahrbahnen verwendet man entweder einfach oder doppelt gekrümmte nach unten durchhängende Hängebleche (Tonnenbleche, Buckelbleche) oder ebene Bleche, die dann ausgesteift werden müssen (orthotrope Platte mit Aussteifungen nach zwei Richtungen). Über der tragenden Fahrbahnplatte liegt der Fahrbelag (Schotter, Pflaster, Asphalt, Beton u.a.m.). Die *Längsverbände* (*Windverbände*) und die *Querverbände* verbinden die einzelnen Hauptträger in Längs- und Querrichtung zu einem steifen räumlichen Tragsystem. *Bremserbände* dienen zur Überleitung von Bremskräften aus den Verkehrslasten in die Hauptträger und Lager. *Schlingerverbände* zwischen den Längsträgern von Eisenbahnbrücken werden zur Aufnahme der Seitenstöße von Fahrzeugen angeordnet. Die Auflager haben den Zweck, die Lage des Angriffspunktes des Stützdruckes genau festzulegen, und ermöglichen ein zwängungsloses Durchbiegen der Hauptträger sowie Temperaturlängenänderungen; im letzteren Falle sind sie beweglich ausgeführt. Die Montage des Überbaues wird immer mehr im Freivorbau durchgeführt. Dabei wird der größte Teil der Montage freischwebend über die Pfeiler hinaus vorgebaut.

Balken-B. baut man heute als vollwandige B. bis zu Stützweiten von über 200 m, Fachwerkbalken-B. bis zu Stützweiten über 500 m. Weisen die Hauptträger von Balken-B. Gelenke auf, so spricht man von Krag- oder Ausleger-B.

Auch die *Bogen-B.* werden vollwandig oder als Fachwerk-B. mit und ohne Zugband bis zu Stützweiten von 500 m ausgeführt. Die Fahrbahn kann bei Bogen-B. oberhalb oder unterhalb des Bogens liegen oder auch eine Mittellage einnehmen.

Die Hängegurte als wichtigste Bauteile der *Hänge-B.* werden in der

Regel zwischen hoch über die Fahrbahn hinausragenden Stützen, den Pylonen, in Seillinien- oder Parabelform ausgehängt, an den Pylonenköpfen umgelenkt und in den Widerlagern verankert. An den



Stahlbetonbogenbrücke mit angehängter Bahn

Hängegurten hängen die die Fahrbahn tragenden Versteifungsträger, die vollwandig oder als Fachwerk ausgebildet sein können. Vorteile der Hänge-B.: klare Linienführung, einfache Herstellung, größte Stützweiten (1000 m und mehr).

Die *Zügelgurt-B.* entspricht etwa einer in sich verankerten Hängebrücke, wobei aber die Hängegurte nicht ganz über die Öffnungen durchlaufen, sondern mit ihren Enden im Versteifungsträger verankert sind.

Stahlbetonbrücken haben sich wegen ihrer Wirtschaftlichkeit, geringen Unterhaltungskosten für Stützweiten bis zu 100 m stark durchgesetzt. Es werden unterschieden *Bogen-B.*, die als Drei-, Zwei- und Eingelenkbögen oder als eingespannte Gewölbe ausgeführt werden, *Balken-B.*, *Rahmen-B.* und *Fachwerk-B.* Balken-B. größerer Stützweite werden meist als Hohlkasten ausgebildet.

Bei *vorgespannten B.* werden durch besondere Vorspannglieder (Spannstähle, Drähte, Seile) vor Aufbringen der Belastung große Druckspannungen in den Bauelementen erzeugt, die später auf Zug beansprucht werden, so daß im endgültigen Zustand keine oder verhältnismäßig geringe Zugspannungen im Beton vorhanden sind. Damit können durchlaufende Balken-B. mit Stützweiten bis etwa 1000 m erreicht werden.

Bei *Verbund-B.* besteht die Fahrbahntafel aus Stahlbeton, die Hauptträger der B. aus Stahl. Beide sind durch Dübel so verbunden, daß sie als einheitliches Tragwerk wirken. Die Hauptträger können vollwandig und in Fachwerk ausgeführt werden.

Bewegliche B. besitzen einen Überbau, der die Durchfahrt unter der B. durch Bewegung des Trag-

werks vergrößern oder ganz freigeben kann. Sie werden bes. im Flachland und bei Hafeneinfahrten gebaut. Tragkonstruktion aus Stahl; Fahrbahnbelag aus Stahl und Holz. Älteste Form ist die *Zug-B.*

Dreh-B. besitzen einen senkrechten Zapfen, den Königsstuhl, um den sich der Überbau dreht. Bei der gleicharmigen Dreh-B. liegt der Drehzapfen auf einem Mittelpfeiler, so daß beim Öffnen der B. zwei Durchfahrten freigegeben werden; die Gewichte der beiden überstehenden Arme gleichen sich aus. Bei der ungleicharmigen Dreh-B. liegt der Drehzapfen auf einem Widerlager. Diese Anordnung ergibt nur eine Durchfahrtsöffnung; der kurze Arm dient als Gegengewicht und wird in der Regel noch künstlich belastet. Große Öffnungsweiten werden mit zwei einander zugekehrten gleicharmigen oder ungleicharmigen B. überspannt. Bei *Klapp-B.* wird der ein- oder zweiteilige Überbau um eine waagerechte Achse nahe dem Schwerpunkt des beweglichen Teils hochgeklappt, und zwar durch Herunterziehen des hinteren Armes mit Hilfe eines Elektromotors und Zahnradgetriebes. Der hintere Teil wirkt dabei als Gegengewicht. Bei einer anderen Konstruktion rollt die segmentartig ausgebildete Hinterklappe auf einer waagerechten Bahn ab, so daß mit der Drehung eine waagerechte Verschiebung verbunden ist. Diese B. wird durch waagerechte, in den Achsen der Rollsegmente angreifende Zahnstangen geöffnet. Bei *Hub-B.* wird der Überbau an Seilen oder Ketten durch Gegengewichte hochgezogen oder durch hydraulischen Antrieb und Schwimmer unmittelbar emporgehoben. — Die Durchfahrt von *Roll-* oder *Schiebe-B.* wird durch waagerechte Verschiebung des Überbaues in Richtung der B.-Achse geöffnet.

BEDEUTENDE STAHLBRÜCKEN

Name und Lage	vollendet	Stützweite	Kennzeichnung
Hafenbrücke Sydney ...	1930	503 m	Straßen- und Schnellbahnbrücke. Gesamtlänge 1150 m, Breite 30 m.
Bayonne-Brücke über den Kill van Kull, New York	1932	504 m	Größte Bogenbrücke der Welt. Breite 25 m, Fahrbahn 45 m über dem Wasser.
George-Washington-Gedächtnis-Brücke über den Hudson-River, New York	1932	1067 m	Hängebrücke mit zweigeschossiger Fahrbahn. Gesamtlänge 3 km, Breite 35,6 m, Eigengewicht 60 t/m, Verkehrslast bis 15 t/m. Auf jeder Seite 2 Kabel mit 90 cm $\varnothing$ aus je 26474 Runddrähten von 5 mm $\varnothing$.
Brücke über den Kleinen Belt zwischen Fünen u. Jütland	1935	220 m	Auslegerbrücke, Hauptträgerabstand 16,5 m. Straßen- und zweigleisige Eisenbahnbrücke.
Mälarseebrücke Stockholm	1935	204 m	Größte vollwandige Bogenbrücke Europas, Breite 24 m; eingespannter Bogen.
East Bay-Brücke San Francisco	1936	425 m	Mit 3,6 km Länge längste Auslegerbrücke der USA, Durchfahrthöhe 56 m. Straßenbrücke.
Waalbrücke Nimwegen . San Francisco-Oakland-Brücke	1936	244 m 705 m	Größte Fachwerkbogenbrücke Europas, Zweigelenkbogen. Straßenbrücke, Breite 24 m.
Rheinbrücke Köln-Rodenkirchen	1939	378 m	Aneinanderreihung zweier Hängebrücken mit zwischenliegendem Verankerungskörper. Gesamtlänge 2,8 km, Durchfahrthöhe 68 m.
Rheinbrücke Bonn-Beuel	1949	196 m	Größte Hängebrücke Europas; 1 Tragkabel ($\varnothing$ 60 cm) besteht aus 61 patentverschlossenen Seilen aus je 150 Drähten. Straßenbrücke, Breite 26 m.
Rheinbrücke Rheinhau-sen-Duisburg	1949	255 m	Torsionssteife vollwand. Trägerrostbrücke, Stehblechhöhe bis 10,5 m. Straßenbrücke, Breite 18 m.
Rheinbrücke Düsseldorf-Neuß	1951	206 m	Größte Stabbogenbrücke der Welt, vollwand. Versteifungsträger. Straßenbrücke, Breite 16 m.
Save-Brücke Belgrad ...	1956	261 m	Größte vollwand. Balkenbrücke Europas, Kastenbrücke, Stehblechhöhe bis 7,8 m. Straßenbrücke, Breite 30 m.
Severins-Brücke, Köln . Brücke über den Askeröfjord (Schweden).....	1959 1960	302 und 151 m 278 m	Größte Vollwandbrücke Europas, Straßenbrücke, Breite 18 m. Seilverspannte Balkenbrücke mit 6 Fahrspuren
Mainbrücke bei Bettingen	1960	140 m	Doppelter Rohrbogen
Narrows-Brücke bei New York	1962	370, 1300, 370 m 150 m	Größte Spannbetonbalkenbrücke Dtl.
Medway-Brücke	1963		Größte Hängebrücke mit 2 übereinanderliegenden Fahrbahnen, 12 Fahrspuren
Maracaibo-Brücke (Venezuela)	1962	235 m	Größte Spannbetonbalkenbrücke Europas
			Größte Spannbetonauslegerbrücke, Ges. Lge. 8678 m

Brückenschaltung – Buchdruck

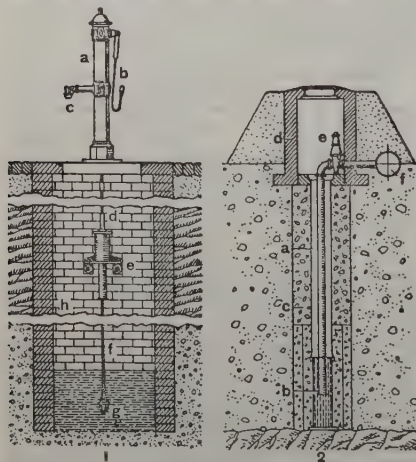
W. KOCH: Brückenbau, Teil 1 (*1961), Teil 2 (1961), Teil 3 (1962); A. LASKUS: Hölzerne B. (*1955); Tb. f. Bauingenieure, hg. v. F. SCHLEICHER (*1955).

Brückenschaltung, *Brücke*, die Zusammenschaltung von vier Widerständen zu einem Viereck, → Meßbrücke. In der FUNKTECHNIK dient die B. zur Entkopplung von Wechselstromkreisen, z. B. zur Entkopplung des Empfangskreises vom Oszillatorkreis einer UKW-Mischstufe in Überlagerungsempfängern oder zur Neutralisierung der Kapazität zwischen Eingangs- und Ausgangselektrode einer Verstärkerröhre oder eines Transistors (→ Neutrodyne-Schaltung) oder zur Entkopplung zweier Sender mit gemeinsamer Antenne (→ Diplexer).

brünieren, das Erzeugen dünner Schutzschichten auf Aluminium, Eisen, Kupfer durch Einwirkung von Nitrat-, Chlorid- oder Sulfatlösungen.

Brunnen, Anlage zur Gewinnung von Grundwasser für Gebrauchs- und Trinkzwecke.

Der *Schacht-B.* oder *Kessel-B.* besteht aus einem runden, gemauerten oder betonierten Schacht, der bis in die wasserführenden Schichten hinabreicht. Das Wasser tritt durch die offene Sohle ein, manchmal auch durch Schlitzte, die bis zur Höhe des Grundwasserspiegels im Mauerwerk vorgesehen sind. Das Wasser wird durch Schöpfwerke mit Haspelrad oder durch Pumpen, bei älteren Anlagen auch durch einen langarmigen Hebel mit Schöpfgefäß (*Zieh-B.*) hochgefordert. Bei der *Zellenbandpumpe* läuft ein endloses Metallband, besetzt mit metallischen Taschen, Zellen, über zwei Leitrollen, von denen die untere frei im Brunnenschacht hängt; die obere ist mit der Antriebskurbel durch Übersetzung verbunden. Die im Wasser gefüllten Zellen entleeren sich bei der Richtungsumkehr an der oberen Rolle; das Wasser fließt aus dem Pumpenkopf aus.



Brunnen: 1 Schachtbrunnen; a Brunnenständer, b Schwengel, c Auslauf, d Steigleitung, e Pumpe, f Saugkopf, g Saugkopf, h Schacht. 2 Rohrbrunnen; a schmiedeeisernes Rohr, b geschlitztes Rohr, c Kiesschicht, d Begehungsschacht, e Absperrventil, f Steigleitung.

Der *Rohr-B.* besteht aus einem weiten, zusammengesetzten Metallrohr, das nach der Bohrung in das Bohrloch eingesetzt wird; Durchmesser zwischen 100 und 1500 mm. Die Wandungen besitzen in Höhe der wasserführenden Schichten Öffnungen, durch die das Wasser eintritt (B.-Filter). Der Raum zwischen dem gebohrten Loch und dem Filter wird mit gesiebtem und gewaschenem Filterkies (→ Filter) ausgefüllt, um den feinen Sand fernzuhalten. Eine besondere Art der Rohr-B. sind die *Ramm-B.*,

auch *Abessinier-B.* genannt, bei denen ein kräftiges geschlitztes eisernes Rohr von 25 bis 75 mm Durchmesser, das unten eine Stahlspitze trägt, mit einer Rammme in den Erdboden eingetrieben wird.

Bei *Artesischen B.* tritt das Wasser durch eigenen Überdruck zutage. Sie werden in der Regel als Rohr-B. gebaut. Sie können überall dort angelegt werden, wo das Grundwasser zwischen zwei undurchlässigen (Ton-) Schichten dahinfließt und an einer Stelle angebohrt wird, die tiefer liegt als die Zuflußstelle.

Brutreaktion, **Brutreaktor**, → Reaktor.

Bruzit, rhomboed. Mineral, $Mg(OH)_2$, farblos bis grünlich, findet sich in Serpentin.

Buchbinderei, handwerklicher oder industrieller Fertigungsbetrieb, in dem die aus der Druckerei angelieferten Druckbogen zu Büchern verarbeitet werden. Der erste Arbeitsgang ist das Falzen der Bogen. Dann werden die gefalzten Bogen zusammengelegt (→ zusammengetragen), auf Reihenfolge geprüft (*kollationiert) und mit Faden oder Draht auf Gaze geheftet. Nun wird der Buchblock an den drei Seiten beschnitten, der Rücken gerundet und abgepreßt, um die Kanten des Buchrückens entsprechend der Stärke des anzusetzenden Einbanddeckels hochzudrücken. Zur Verschönerung wird gewöhnlich die obere Schnittseite gefärbt (*Farbschnitt*) oder mit Blattgold vergoldet (*Goldschnitt*). Der Buchblock wird am oberen und unteren Rand mit einer farbigen Schnur (*Kapitalband*) versehen. Der so gebildete Buchblock wird dann in die Einbanddecke eingehängt, die aus zwei Pappen für Vorder- und Hinterdeckel besteht, die je nach der Ausstattung des Einbandes über den Rücken hinweg mit Buchbinderleinwand (Kaliko, Buckram), Leder oder Pergament überzogen werden. In den B. werden zu fast allen Teilarbeiten Maschinen verwendet.

KEILHACK-SCHIRMANN: Der Druckerei-Buchbinde (*1955).

Buchdruck, **Hochdruck**, ein → Druckverfahren.

HANDSATZ: Der Setzer reiht nach dem Manuskript die *Typen* (Buchstaben) zu einer Zeile, die er in einem *Winkelhaken* (DIN 16503), einer rechtwinkligen Schiene mit Boden und einer verstellbaren Seite (*Frosch*) aufbaut. Die Typen haben am unteren Ende die *Signatur*, die den richtigen Stand des Buchstabens anzeigt. Zwischen die Wörter kommen Ausschußstücke, *Blindmaterial*, niedriger als *Schriftmaterial*. Aus dem Winkelhaken hebt der Setzer die gesetzte Schriftzeile auf das *Setzschiff*, eine Zinkplatte, die an drei Seiten von schmalen Eisenschienen gerahmt ist (DIN 16504). Wegen der hohen Satzleistung hat sich der **MASCHINENSATZ** durchgesetzt und den Handsatz zurückgedrängt, → Setzmaschinen.

Der laufende Satz wird auf einer Abziehpresse, Kniehebel- oder Zylinderpresse in *Fahnen* (ohne Rücksicht auf die spätere Seitengröße) für die Korrektur abgezogen (*Bürstenabzug*). Sind Klischees enthalten oder muß die endgült. Seitengröße berücksichtigt werden, so wird durch den *Metteur* umbrochen. Unter *Umbruch* versteht man das Herrichten von gleich großen Seiten, das Einbauen von Klischees, Blindmaterial, Überschriftzeilen, Fußnoten und Marginalien. Die Klischees werden von der → Chemigraphie geliefert. Die fertigen Seiten werden zur *Druckform* zusammengelegt und in die Druckmaschine eingehoben. Um ein gutes Druckergebnis zu erzielen, ist die *Zurichtung* der Form nötig; an einem Abzug aus der Maschine wird das „Ausdrucken“ der Zeilen oder Bilder überprüft und, wo erforderlich, mit der Hand durch Auflegen von Papierblättchen, auch mechanisch, verbessert; dieser *Zurichtebogen* wird auf den Druckzylinder gespannt.

Das Bedrucken der Vorderseite heißt *Schöndruck*, das der Rückseite *Widerdruck*. Die Wahl der Druckmaschine (Tiegeldruckpresse, Schnellpresse, Zweitourmaschine) hängt von der geforderten Qualität und der jeweiligen Druckarbeit ab. Großauflagen, bes. Zeitungen und Zeitschriften, werden auf der Rotationsmaschine gedruckt.

Für den Rotations-B. wird von jeder Druckform aus angefeuchteter Pappe eine Matrize geprägt und

im Rundgießinstrument mit Schriftmetall ausgegossen. Diese halbrunden *Stereotypplatten* bilden den Druckträger für die Rotationsmaschine. Auch alle anderen Druckformen können gematert werden, um bei hohen Auflagen von *Stereos* oder *Galvanos* zwecks Schonung der Druckform oder in mehreren Nutzen zu drucken.

E. KOLLECKER – W. MATUSCHKE: Der moderne Druck (1958); O. F. W. KRÜGER: Satz, Druck, Einband (1962).

Buchholzschutz, ELEKTROTECHNIK: eine Einrichtung zum Schutze größerer Öltransformatoren (ab etwa 100 kVA). Er zeigt Störungen, z. B. Isolationsfehler, Kurzschlüsse, starke Überlast an und schaltet den Transformator bei schwerwiegenden Störungen selbsttätig ab. Die Wirkungsweise beruht auf der Gasentwicklung infolge örtlicher Übertemperaturen im Ölraum. Durch Schwimmer wird der Alarm- oder Abschaltkontakt betätigt. Der Schwimmer spricht auch bei Senkung des Ölspiegels, also bei Öl-mangel an.

Buchse, Hohlzylinder aus Stahl, Gußeisen, Rotguß, Messing, Leichtmetall, Kunstharzpreßstoff, der in die Bohrungen eines Lagers (Lagerbuchse) oder Zylinders (Laufbuchse) zur Verbesserung des Laufs und Verminderung des Verschleißes der aufzunehmenden Teile eingesetzt wird.

Buchstabenrechnen. Um Gesetze für Zahlen, Figuren, Abbildungen u. dgl. in der Mathematik allgemeingültig auszusprechen, bedient man sich der Buchstaben an Stelle der Zahlen. So ist z. B. $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$, wie man auch die Zahlen a und b wählt. Das B. wurde im 16. Jahrh. von VIETA in algebraische Untersuchungen eingeführt.

Buchungsmaschine, Büromaschine zum Berechnen und Verbuchen kaufmännischer Geschäftsvorgänge. Aus der Schreibmaschine fortentwickelte B. tragen am Wagen kleine *Addier- (Zähl-) Werke*, die Zahlen beim Niederschreiben spaltenweise addieren; zusätzliche *Querwerke* addieren und subtrahieren zeilenweise. B. nach Art von Addiermaschinen (→ Rechenmaschinen) enthalten 2 bis 200 Addierwerke, meist auch *Saldierwerke*, ein gemeinsames Tastenfeld und ein *Druckwerk*, das selbsttätig Ziffern und kurze Buchungsvermerke in Karteikarten druckt. Buchungsregistrierkassen stellen im Geldverkehr bei der Kassenzahlung den Beleg und die Buchung her. *Fakturiermaschinen* sind B., die multiplizieren (z. B. Stückzahl mal Einzelpreis) und fertige Rechnungen (Fakturen) ausschreiben. Spitzenentwicklungen der B. sind die Lochkartenmaschinen (→ Lochkarte).

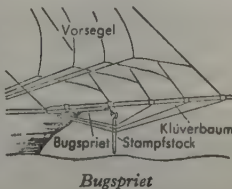
Buckram, *Bougram*, stark appretiertes, kalikoartiges Baumwollgewebe in Leinwandbindung, für Bucheinbände und Zwischenfutter.

Buckskin, gewalkter und leicht angerauter Anzugstoff aus Wolle oder Halbwole in Körperbindung.

Bug, Vorderteil des Schiffes, übertragen auch von Flugzeugen, Raketen, Geschossen usw.

Bügeleisen werden heute meist mit Dampf oder elektrisch beheizt; früher und in Haushalten ohne Strom auch durch eingebauten Gasbrenner oder über offener Gasflamme (*Gas-eisen*) oder durch Aufstellen auf die Herdplatte oder durch Einlegen eines glühenden Metallbolzens (*Bolz-eisen*) oder von glühender Holzkohle. Im Bekleidungsgewerbe werden B. bis 14 kg Gewicht benutzt.

Bugsprriet, auf einem Segelschiff der schräg über den Bug hinausragende Mast zum Befestigen der Vorsegel.



Bugsprriet

Bühne, *Kribbe*, vom Ufer in das Wasser vorgelagerter Dammkörper zur Führung des Wassers im zusammengefaßten Niedrig- oder Mittelwasserbett, verhindert die Verwilderung des Bettes und führt zur Ausbildung gleichmäßiger Fahrwassertiefen.

Bauweise im tiefen Wasser aus Sinkstücken, Packwerk und Steinschüttung. Böschung stromaufwärts steil, stromabwärts mögl. flach. Böschungen werden unten durch Steinschüttung und oben durch



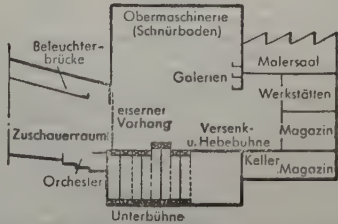
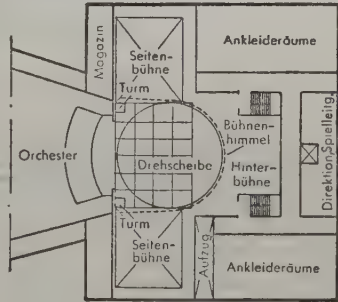
Bühne (Längsschnitt)

schweres Pflaster gegen Strömungsangriff gesichert. *Strand-B.* am Meer dienen dem Küstenschutz, können zur Landgewinnung beitragen und sollen das Abtreiben des Sandstrandes unterbinden. Sie bestehen aus Pfähleihen mit beiderseitiger Steinpackung auf → Faschinen, Steindämmen oder auch aus Stahlspundwänden.

Bühne, 1) BERGBAU: Holzgerüst oder Schachtabsatz als Arbeitsplatz.

2) HÜTTECHNIK: etagenförmiger Bau zur Beschickung von großen metallurgischen Öfen.

3) THEATER: Bestandteil des Theaters mit zahlreichen speziellen techn. Einrichtungen, von außen erkennbar an dem hohen Aufbau, der durch Schnürboden und B.-Himmel bedingt ist. Der *B.-Raum* teilt sich in Spiel-, Mittel- und Hinter-B., seittl. und hintere Begrenzung durch *B.-Himmel* (Kuppelhori-



Bühne: Grundriß und seittl. Schnitt einer modernen Bühne mit Dreh-scheibe (nach Neufert, Bauentwurfslehre, 1940).

zont). Die vordere Begrenzung bildet ein *eiserner Vorhang* (Feuerschutz des Zuschauerraumes bei B.-Brand). Der *B.-Boden* kann streifenweise hydraulisch gehoben und gesenkt werden. Der über der B. befindl. *Schnürboden* enthält Rollen und Züge (Obermaschinerie) für den Aufbau des B.-Bildes; Laststangen werden hydraul. bewegt. Das *B.-Bild* besteht aus Setzstücken und Wandeldekorationen (hängend), ferner laufenden Lichtbildern. – Für raschen Bildwechsel gibt es Dreh-, Schiebe-, Versenk-B. Die *Dreh-B.* (LAUTENSCHLÄGER, 1896) kann auf einer Dreh-scheibe gleichzeitig mehrere Szenen aufnehmen. Die *Schiebe-B.* erfordert große Hilfsräume zur Aufnahme niedriger B.-Wagen; *Versenk-B.* sind dort üblich, wo rückwärtiger Ausbau nicht möglich ist: mehrere Streifen sind zu Einheiten zu-

Bullauge – Butter

sammengefaßt und hydraul. tief versenkbar. – Die *B.-Beleuchtung*, von einem Regulierstab aus bedienbar, umfaßt Wolkengeräte, Flutlicht und zahlreiche weiße und bunte Scheinwerfer.

Bullauge, rundes Fenster auf Schiffen.

Bulldozer, 1) eine Planierraupe mit festem Querschilde; 2) eine waagerechte Biege- oder Strangpresse für Walzwerke.

Buna, → Kunstkautschuk.

Bund, 1) BAUTECHNIK: Zusammenfügungsstelle von Bauteilen, z.B. Balken. 2) MASCHINENBAU: Ring an Welle oder Zapfen, der die Schubkräfte in Richtung der Achse aufnimmt. 3) die Reihen der Heftschnüre, die quer über den Rücken eines Buches laufen.

Bündel, MATHEMATIK: eindimensionale → Schar.

Bündelleiter, Leiteranordnung zur elektr. Energieübertragung mit 300–400 kV. Bei diesen hohen Spannungen macht die Koronaerscheinung die Aufteilung des Einzeleleiters jeder Phase in ein Bündel aus zwei oder mehr parallel geführten Teilleitern erforderlich. Gegenüber dem Einzeleleiter ergibt der B. bei gleicher Betriebsspannung Verbesserung der Koronaverhältnisse und Erhöhung der natürlichen Leistung der Leitung.

Bundsteg, der nicht bedruckte Raum zwischen zwei nebeneinanderstehenden Seiten eines Bogens, durch dessen Mitte nach dem Falzen beim Binden des Buches geheftet wird.

Bunker, 1) betonierter Schutzraum. 2) Sammelbehälter für Kohle, Erz, Zement, Getreide u. a.

Bunsen, Robert Wilhelm, Chemiker, * 1811, † 1899, Prof. in Heidelberg. Er erfand das B.-Element (→ galvanische Elemente), stellte Leichtmetalle durch Zersetzung ihrer Chlorverbindungen mit Hilfe des elektr. Stroms dar, entdeckte das Magnesiumlicht, verwendete als erster die Elektrolyse zur Darstellung von Aluminium und Magnesium, erfand das Eiskalorimeter, gab neue Wege für die chem. Analyse von Gasen usw. Von größter Tragweite war die Entdeckung der Spektralanalyse (1861 zusammen mit KIRCHHOFF).

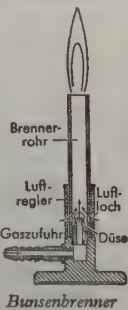
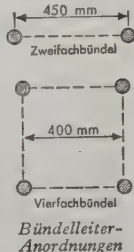
Bunsenbrenner, ein Laboratoriums-Gasbrenner, dessen Prinzip bei der Konstruktion der Gasglühlichtbrenner, der Gaskoch- und Heizvorrichtungen angewendet wird (R. BUNSEN, 1855). Das durch die Düse austretende Gas saugt durch die regulierbaren Öffnungen Luft an. Tritt genügend Luft zu, so leuchtet die Flamme infolge der vollständigen Verbrennung nicht. Ist die Luftzufuhr im Verhältnis zu der Gaszufuhr zu groß, so „schlägt“ der Brenner durch. Bei Luftzufuhr ist die Flammtemperatur wesentlich höher als bei Luftabschluß.

Buntkupferkies, *Bornit*, kubisches Mineral Cu_5FeS_4 , tombakbraun, blau und rot anlaufend, kommt auf Lagerstätten von Kupferkies oder -glanz oder in Gängen vor; wichtiges Kupfererz.

Buntmetalle, → Nichteisenmetalle.

Buntsandstein, → Erdgeschicht. **Buntstift**, farbiger Zeichenstift, z.B. Aquarellstift, aus Kaolin und Erd- oder Anilinfarben.

Bürette, zylindrische, kalibrierte Glasröhre zur Abmessung von Flüssigkeiten (→ Maßanalyse), die an ihrem unteren Ende mit einem Glasshahn oder mit Gummischlauch und Quetschhahn verschlossen ist. Ge-



Bürette

wöhnliche B. haben eine Einteilung auf 0,1 ml, *Mikro-B.* entspr. kleiner. Die *Bunte-B.* ist eine in der Gasanalyse verwendete B. zur Abmessung des Gasvolumens nach H. BUNTE.

Büromaschinen, Hilfsmittel für Büroarbeiten. Beim Schriftverkehr: Schreib-, Diktier-, Stenographiermaschine, Vervielfältiger, Brieföffner-, -schließ-, -faltmaschine, Adressier-, Frankiermaschine, Rohr- und Seilpostanlage; bei Buchungen: Buchungs-, Rechenmaschine; beim Geldverkehr: Registrierkasse, Geldzahl- und -sortiermaschine, Scheckschutzmaschine; als Zubehör: Stempel-, Heft-, Perforier-, Bleistiftspitzmaschine, Locher.

Bürste, 1) auf dem Kollektor eines Generators oder eines Elektromotors schleifendes Kohlestück, mit dem der Strom abgenommen oder zugeführt wird; 2) → Besen und Bürsten.

Bürstenabzug, *Korrekturabzug*, → Buchdruck.

Büschel, GEOMETRIE: einparametrische → Schar.

Büschelentladung, *stille Entladung*, *Townsend-Entladung*, eine → Spitzenentladung. Aus der positiven Elektrode treten längere Büschel mit ausgeprägtem Stiel aus, während das negative *Büschellicht* nur aus kleinen Lichtpunkten mit kurzen Strahlen besteht. An Hochspannungsleitungen treten B. als *Koronaentladung* auf, wenn dieser unerwünschte Energieverlust nicht durch Verwendung von dicken Hohlleitungen oder → Bündelleitern vermieden wird. Das → Elmskouff ist ebenfalls eine B.

Busssole, Magnetkompaß, → Kompaß, auch elektr. Meßinstrumente, die auf der Einwirkung des elektr. Stromes auf eine Magnetnadel beruhen.

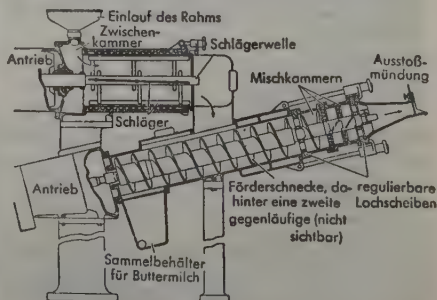
Butadien, ungesättigter Kohlenwasserstoff der Formel $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$, Ausgangsstoff des synthetischen Kautschuks *Buna*.

Butan, der vierte Kohlenwasserstoff der Paraffinreihe, C_4H_{10} . Es gibt zwei Isomere: *Normalbutan*, $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, und *Isobutan*, $\text{CH}(\text{CH}_3)_3$. B., mit Propan gemischt, ist Ersatz für Stadtgas.

Butenandt, Adolf, Chemiker, * 1903, Direktor des Max-Planck-Inst. für Biochemie in Tübingen, seit 1960 Präs. der Max-Planck-Gesellschaft, arbeitet über Geschlechtshormone. 1939 Nobelpreis (mit L. RUZICKA).

Bütten, *Büttenpapier*, mit der Hand geschöpftes Hadernpapier (→ Papier).

Butter, aus Milch, Rahm oder Molke gewonnene, z.T. mit Kochsalz und Farbstoffen versetzte feste Emulsion aus Milchfett und Wasser. Zur Bereitung von *Sauerrahm-B.* wird die Kuhlmilch in der Entrahmungsschleuder gereinigt und zugleich in Sahne (Rahm) und Magermilch getrennt. Der Rahm wird → pasteurisiert und gelangt nach dem Abkühlen zur Reifung und Säuerung in den Rahmreifer, eine Wanne mit kühlsooldurchflossenen Rührer. Hier werden ihm 3–5 % einer Reinkultur von Milchsäurebakterien, der Säurewecker, zugesetzt. Nach der Säuerung kommt der Rahm in den *Butterfetter*, einen liegenden, sich drehenden Zylinder von 600 bis 10000 l Inhalt. Der Rahm wird zu Schaum geschlagen, in dem die Fettkügelchen zu 2–3 mm gro-



Butterfetter (nach Fritz)

ßen Klümpchen zusammenkleben. Die Rohbutter wird gewaschen, geknetet und ausgeformt.

Süßrahmbutter kann im kontinuierlichen Verfahren hergestellt werden, weil eine Säuerung wegfällt. Beim **Schaumbutterungsverfahren** nach FRITZ wird ein 40–50%iger Rahm mit rasch rotierenden Schlägern in wenigen Sekunden ausgebuttert, beim **Alfa-Verfahren** ein 80%iger Rahm durch Kneten in gekühlten Metallzylindern in B. verwandelt.

B. enthält 16,5–17,5% Wasser, bis 0,8% Eiweiß, bis 0,7% Milchzucker sowie Spuren von Salzen. Charakteristische Bestandteile des Butterfetts sind Di- und Triglyceride der niedrigmolekularen gesättigten Fettsäuren von der Buttersäure bis zur Kaprinsäure. Mengenmäßig überwiegen jene der Öl-, Palmitin- und Stearinsäure. Für das Aroma sind Diazetyl und Methylazetylkarbinol verantwortlich, die von den Milchsäurebakterien gebildet werden. B. ist eine wichtige Quelle für Vitamin A (2000–4000 I.E.) und Vitamin D (50–150 I.E.).

B. wird seit ältesten Zeiten hergestellt. Griechen und Römer kannten sie jedoch nur als Salbe und Medikament. In den Ländern der Nordseeküste erzeugte man sie im 15. und 16. Jahrh. in großem Umfange. Zur Bereitung wurde früher der Rahm mit einem Stößel im Butterfaß gestoßen, bis das Fett zusammengeballt war. Dann kam das Kneten in der **Butterknetmaschine** und das Waschen wie heute.

Buttersäure, $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$, eine vom $\rightarrow$ Butan abgeleitete Monokarbonsäure, die vierte in der Reihe der normalen $\rightarrow$ Fettsäuren. B. kommt an $\rightarrow$ Glycerin gebunden in der Butter vor.

C

C, 1) chem. Zeichen für $\rightarrow$ Kohlenstoff. 2) Abk. für $\rightarrow$ Coulomb; 3) bei Temperaturangaben: Celsius. **c** ist Abk. für $\rightarrow$ Curie, Karat, Zentim., **c** für Neugradminute, **cc** für Neugradsekunde.

Ca, chem. Zeichen für $\rightarrow$ Kalzium.

Caisson, unten offener Kasten aus Stahl oder Stahlbeton zur Durchführung einer Druckluftgründung; auch zum Dichten von Lecks, wobei der Kasten der Schiffsform wasserdicht angepaßt wird.

cal, Abk. für Grammkalorie ($\rightarrow$ Kalorie).

Calcit, **Kalzit**, $\rightarrow$ Kalkspat.

Calutron, Apparat zur großtechn. Trennung der Uranisotope U238 und U235, benutzt vereint die Prinzipien des $\rightarrow$ Zyklotrons und des $\rightarrow$ Massenspektrographen.

Candela, abgek. *cd*, seit 1940 gültige Einheit der Lichtstärke ($\rightarrow$ Photometrie). Das 60fache dieser Einheit wird durch die 1 cm² große Öffnung eines schwarzen Körpers dargestellt, der auf die Temperatur des schmelzenden Platins (2042,5° Kelvin) erhitzt ist. Anfänglich wurde die C. in Deutschland als **Neue Kerze** zur Unterscheidung von der Internationalen und der Hefner-Kerze bezeichnet.

Candle, abgek. *cdl*, auch **Internationale Kerze** genannt, früher in Amerika, England, Frankreich u. a. Ländern gültige Einheit der Lichtstärke ($\rightarrow$ Photometrie). Für gasgefüllte Glühlampen (Farbtemperatur 2600° Kelvin) gilt etwa 1 *cdl* = 1 internat. Kerze = 1,17 Hefnerkerze = 1,075 *cd*.

Canning, Umhüllung der Spaltstoffelemente ($\rightarrow$ Spaltstoff).

Cantor, Georg, Mathematiker, * Petersburg 1845, † Halle 1918, der Schöpfer der **Mengenlehre** (1873–97). Seine Einsichten haben sich gegen anfänglich große Widerstände allmählich für die ganze Mathematik als grundlegend erwiesen.

Capella (lat. $\rightarrow$ Ziege), Stern 1. Größe, α im Sternbild des Fuhrmanns.

Carbonado, **Karbonado**, $\rightarrow$ Diamant.

Carcinotron, **Rückwärtswellenröhre**, **Rücklaufwellenröhre**, eine Lauffeldröhre zur Erzeugung von Mikrowellen, bei der die Hochfrequenzenergie auf

Sie wird beim Ranzigwerden frei, wodurch der typische Geruch mitbedingt wird. B. wird durch den Stoffwechsel verschiedener Bakterien erzeugt, z. B. *Bac. butyricus*. Ihre Salze heißen **Butyrate**. Ihr Isomeres ist die *Iso-B.*, (CH_3)₂ = CH—COOH , die in Pflanzen (Johannisbrot) und im tierischen und menschl. Schweiß vorkommt und noch unangenehmer riecht als die B.

Butyl, das vom $\rightarrow$ Butan abgeleitete Radikal (Alkyl) mit der Summenformel $\text{C}_4\text{H}_9\text{—}$.

Butylalkohole, die vier möglichen isomeren Alkohole der Formel $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$, von denen der »normale«, d. h. $\text{CH}_3\text{—(CH}_2\text{)}_2\text{—CH}_2\text{(OH)}$, sich zu Buttersäure oxydieren läßt.

Butylen, **Buten**, in zwei Isomeren vorkommender ungesättigter $\rightarrow$ Kohlenwasserstoff, der dritte aus der Reihe der mit dem $\rightarrow$ Äthylen beginnenden Alkylene oder $\rightarrow$ Olefine.

Butylkautschuk, durch Mischpolymerisation von Isobutylen mit wenig Isopren hergestellter Kautschuk, der sich u. a. durch sehr geringe Gasdurchlässigkeit auszeichnet.

Butyrometer, Milchfettmesser, ein Meßgerät aus Glas zur Fettbestimmung in Milch oder Käse. Beim heute gebräuchl. *Azid-B.* füllt man Milch, Schwefelsäure und Amylalkohol in das Gefäß, schüttelt bis zur Lösung und zentrifugiert; die Fettprozentage lassen sich dann an der Skala genau ablesen.

Buys-Ballotsche Regel, das $\rightarrow$ barische Windgesetz.

Bytownit, ein Feldspat mit 70–85% Anorthit ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$).

der Verzögerungsleitung in umgekehrter Richtung wie der Elektronenzahl fortschreitet.

Carnallit, **Karnallit**, rhombisches Mineral, $\text{KMgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, farblos, weiß oder durch Eisenglanz rot gefärbt, eines der wichtigsten Kalisalze der norddeutschen Salzlagerstätten.

Carneol, **Karneol**, $\rightarrow$ Chalcedon.

Carnot, Sadi, französ. Physiker, * 1796, † 1832, entdeckte die Grundlagen des zweiten Hauptsatzes der Wärmelehre an Hand eines von ihm erdachten und nach ihm benannten Kreisprozesses.

Cassiopeia, Sternbild des nördl. Himmels.

Cauchy, Auguste-Louis, französ. Mathematiker, * 1789, † 1857, begründete die Theorie der Funktionen einer komplexen Veränderlichen und die Theorie der unendlichen Reihen.

Cd, chem. Zeichen für $\rightarrow$ Kadmium.

cd, Abk. für $\rightarrow$ Candela.

Ce, chem. Zeichen für $\rightarrow$ Zer.

Cellon, Handelsname für einen dem $\rightarrow$ Zelluloid ähnlichen, aber aus dem schwer entflammaren Zelluloseazetat aufgebauten Kunststoff. Verwendung z. B. für Filme und Sicherheitsglas.

Cellophan, Handelsname für Folien aus Hydratzellulose ($\rightarrow$ Zellglas).

Celsiuskala, Thermometereinteilung mit 100 Graden zwischen Gefrierpunkt (0°C) und Siedepunkt (100°C) des Wassers bei 760 Torr, eingeführt 1742 durch A. CELSIUS. Die C. wird heute außer in den angloamerikan. Ländern allgemein benutzt (Internat. Temperaturskala von 1948).

centi-, **zenti-**, vor Maßeinheiten: $\frac{1}{100}$.

Cepheiden, $\rightarrow$ Veränderliche Sterne.

Čerenkov-Strahlung, **Tscherenkov-Strahlung**, eine elektromagnetische Strahlung, die auftritt, wenn energiereiche Elektronen ein optisches Medium vom Brechungsindex $n > 1$ mit einer Geschwindigkeit durchsetzen, die die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Lichtwellen in diesem Medium übertrifft (ČERENKOV 1934). Die Eigenschaften der Č.-S. lassen sich zu Geschwindigkeitsmessungen an schnellen Elektronen und sogar an

Mesonen heranziehen. Die Strahlung ist mit bloßem Auge sichtbar, wenn man z.B. die Elektronen aus einem Betatron in gewöhnliches Wasser eintreten läßt; die Flüssigkeit leuchtet im Strahlbereich fluoreszenzartig bläulichviolett auf. In großer Stärke tritt sie in wassergekühlten Kernreaktoren auf.

Čerenkov-Zähler, *Tscherenkov-Zähler*, Nachweisgerät für schnelle geladene Teilchen, in dem die von den Teilchen ausgehende Čerenkov-Strahlung durch einen Photosekundärelektronenvervielfacher in meßbare elektr. Impulse umgesetzt wird.

Cerium, *Cer*, → Zetr.

Cermete, hochtemperaturbeständige, harte Werkstoffe, die durch Pressen und Sintern eines Gemisches von keramischem und Metallpulver hergestellt werden. C. werden verwendet für Werkzeugschneiden, zum Belegen stark temperaturbelasteter Teile von Strahltriebwerken, Turbinenschaufeln u. a.

Cerussit, rhomb. Mineral, $PbCO_3$, farblos bis grau, Verwitterungsprodukt von Bleierz.

Cetanzahl kennzeichnet die Zündfreudigkeit eines Kraftstoffs für Dieselmotoren. Zur Messung der C. verwendet man Einzylinderdieselmotoren, bei denen entweder das Verhalten des Kraftstoffs beim Anlassen geprüft oder die Zündverzugszeit zwischen Einspritzung und Einsetzen der Verbrennung gemessen wird. Der zu prüfende Kraftstoff wird dabei mit einem Vergleichskraftstoff verglichen, der aus *Cetan*, $C_{18}H_{38}$, als zündwilliger und α -*Methylnaphthalin*, $C_{11}H_{10}$, als zündträger Komponente gemischt wird. Der Cetananteil der Mischung gleicher Zündfreudigkeit in % kennzeichnet die C. Langsamlaufende Dieselmotoren können schon mit C. von 20–40 arbeiten, kleine und schnelllaufende erfordern C. über 40.

Ceten, Hexadecylen, $C_{16}H_{34}$, ein ungesätt. aliph. Kohlenwasserstoff, diente früher in Mischung mit Mesitylen als Standard-Kraftstoff zur Prüfung der Zündwilligkeit von Dieseln; durch Cetan ersetzt.

Cf, chem. Zeichen für → Kalifornium.

CGS-System, das System der physikal. Maßeinheiten, das auf den Grundeinheiten der Länge (Centimeter), Masse (Gramm) und Zeit (Sekunde) aufgebaut ist, auch *absolute System* genannt. Es wird heute durch das *MKS-System* mit den Grundeinheiten Meter, Kilogramm, Sekunde verdrängt.

ch, Abk. für Cosinus hyperbolicus, → Hyperbelfunktionen.

Chabasit, Mineral der Zeolithgruppe von der Zusammensetzung $(Ca, Na)_2(Si_4AlO_{10})_2 \cdot 6H_2O$, häufig zwillingförmig, glasglänzend, farblos oder rötlich. Vorkommen in Basalten und anderen Brup-tigesteinen.

Chalcedon, *Chalzedon*, eine dichte, oft feinfasrige Varietät des Quarzes, meist hellgrau, kommt häufig in staltaktit. oder nieriigen Aggregaten in Hohl-räumen bas. Ergußgesteine vor; auch farbig, z. B. rot (Carneol), grün (Chrysopras), oft künstlich gefärbt, als Schmuckstein verwendet; → Achat, Jaspis.

Chalkogene, die Elemente der 6. Gruppe des Periodischen Systems.

Changeant, *Glacé*, schillerndes Gewebe mit verschiedenfarbigem Kett- und Schußmaterial in Leinwandbindung.

Charactron, eine Elektronenstrahlröhre (Strahl-gerät, → Elektronengeräte) zur schnellen Ausgabe (etwa 10 000 Zeichen/s) von codierten, alphanumerischen Zeichen bei Elektronenrechnern.

Charakteristik, 1) MATHEMATIK: a) die Kennziffer eines Logarithmus; b) eine Raumkurve, die in der Lösung von partiellen Differentialgleichungen eine Rolle spielt; c) ein Begriff aus der Algebra (endliche → Körper). 2) PHYSIK und TECHNIK: die theoretisch errechnete oder empirisch ermittelte Kurve oder Kurvenschar, die eine wichtige Größe eines Systems als Funktion einer anderen und gegebenenfalls weiterer Parameter darstellt. Beispiele sind die → Kennlinien einer Elektronenröhre oder einer Gasentladung, die *Richt-C.* einer Antenne

(*Strahlungs-C.*, *Antennendiagramm*), die C. eines Verstärkers oder Regelsystems.

Charge, Beschickung eines metallurg. Ofens.

Charmeuse, Kettenwirkware aus Chemiefasergarnen für Unterwäsche und Polohemden.

Chelate, Ringsysteme in chem. Verbindungen, die durch Wasserstoffbrückenbindung zustandekommen. Durch Bildung von C. (*Chelation*) kann man mit Hilfe geeigneter Chemikalien bestimmte Metalle aus Lösungen u. dgl. entfernen.

Chemie (hierzu TAFELN), die Lehre von den Umwandlungen der Stoffe. Die C. ist mit der Physik durch Grenzgebiete verbunden und von ihr begrifflich nicht scharf zu trennen. Im Mittelpunkt der C. steht der Begriff des *chemischen Stoffes*, der nicht durch Gestalt und Bewegung, sondern allein durch unveränderliche, arttägige (spezifische) Eigenschaften gekennzeichnet ist. Eine chemische Aussage etwa ist, daß „Zucker“ stets die gleichen Kristalle bildet, süß schmeckt und beim Erhitzen verkohlt; eine physikalische Aussage dagegen ist, daß ein bestimmtes Stück Zucker warm oder kalt gemacht oder zerbrochen werden kann. Aufgabe der C. ist es, die stoffliche Zusammensetzung materieller Dinge zu ermitteln, zusammengesetzte Stoffe in bekannte Bestandteile zu zerlegen (*Analyse*), aus bekannten Stoffen andere aufzubauen (*Synthese*) und stoffl. Änderungen zu untersuchen.

EINTEILUNG. Zur reinen C. gehört die *anorganische C.* mit sämtlichen chem. Verbindungen, die keinen Kohlenstoff enthalten, darunter vorwiegend Stoffen aus der unbelebten Natur, und die *organische C.*, neuerdings richtiger *C. der Kohlenstoffverbindungen*, mit nahezu allen Kohlenstoffverbindungen (Ausnahmen: Oxide, Metallverbindungen, Salze der Kohlensäure). Der ältere Name entstand aus der irrigen Meinung, daß solche Kohlenstoffverbindungen allein bei Lebensvorgängen entstünden. Zur reinen C. gehören ferner die Begriffe der analytischen, synthetischen und präparativen C. Aufgabe der *analytischen C.* ist die Bestimmung von Stoffen oder Gemischen (→ *Analyse*), Aufgabe der *synthetischen C.* der Aufbau komplizierterer Verbindungen. Als *präparative C.* wird jedes Vorgehen bezeichnet, durch das man einen gewünschten Stoff durch Umwandlung aus geeigneten anderen Verbindungen herstellt. Über die praktische Tätigkeit hinaus geht die *theoretische oder allgemeine C.* Die *physikalische C.* untersucht bes. die physikal. Erscheinungen chemischer Vorgänge; wichtige Teilgebiete sind insbes. *Elektro-C.*, *Magneto-C.*, *Photo-C.* und *Thermo-C.*, ferner die *Kolloid-C.*, die bestimmte Verteilungszustände, die *Topo-C.*, die bestimmte Abscheidungsformen der Stoffe untersucht, sowie die *Kristall-C.*, die den Zusammenhang zwischen Kristallbau und chem. Natur der Stoffe behandelt.

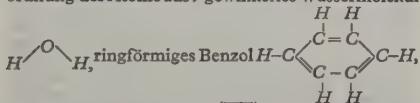
Die angewandte C. befaßt sich mit chem. Vorgängen in anderen Wissensgebieten, z. B. in der Gesteinskunde, Landwirtschaft, dem Nahrungsmittelgewerbe, der Biologie, Physiologie, Arzneimittelkunde und in der Kriminalistik; sie wird dementspr. als *Mineral-, Agrrikultur-, Nahrungsmittel-, Biochemie, physiologische, pharmazeutische und gerichtliche C. (forensische C.)* bezeichnet.

CHEMISCHE ZEICHEN. Ein *Element* wird dargestellt durch einen oder zwei Anfangsbuchstaben seines latein. oder griechischen Namens (TABELLE chemische Elemente). Ein chem. Zeichen steht aber nicht nur für das Element, sondern oft auch für eine bestimmte Menge davon, z. B. ein einziges *Atom* oder, wie meist in den chem. Gleichungen, in denen die Bildungswärme der Reaktion mit angegeben wird, für 1 *Grammatom* des Elements. *Ionen* tragen die Bezeichnung ihrer Ladung rechts oben am Elementzeichen; z. B. H^+ , Fe^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} . Zuweilen wird an Stelle von $+$ ein $+$, an Stelle von $-$ ein $^-$ gesetzt (H^+ statt H^+ , Cl^- statt Cl^-). *Isotope* erhalten, falls notwendig, für Massenzahl und Ordnungszahl (Atomnummer) linke obere und untere Indizes am Elementzeichen; z. B. bedeutet $^{35}_{17}Cl$ Chloratom(e) der Ordnungszahl 17 und Massenzahl 35.

Das Zeichen für eine chem. Verbindung (ihre chem.

Formel) erhält man durch Aneinanderreihe der Zeichen der beteiligten Elemente (Atome). Sind 2 oder mehr gleichartige Atome am Aufbau eines Moleküls beteiligt, so wird ihr Zeichen in der *Summenformel* (*Analysenformel*, *Bruttoformel*) nur einmal geschrieben, erhält dafür aber einen rechten unteren Index, der ihre Anzahl angibt; z. B. Na_2SO_4 , Natriumsulfat, $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ Essigsäure. Zur Angabe der räuml. Anordnung der Atome, der Bindungen zwischen ihnen u. dgl. benutzt man die *Strukturformeln*. Man faßt etwa *funktionelle Gruppen* zusammen (CH_3COOH , CH_3NH_2), die auch durch Punkte abgegrenzt werden ($\text{CH}_3 \cdot \text{COOH}$, $\text{CH}_3 \cdot \text{NH}_2$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Oder man versucht, die räumliche Anordnung der einzelnen Atome durch die Stellung ihrer Zeichen darzustellen. Hierbei dient (nicht ganz eindeutig) als allgemeiner Hinweis auf die Verknüpfung der Bindestrich (*Valenzstrich*) zwischen zwei Atomen. Genauer ist die Bezeichnung einer unpolaren Einfachbindung ($\rightarrow$ Bindung) durch einen einfachen Valenzstrich, einer Doppelbindung durch einen Doppelstrich und einer Dreifachbindung durch einen dreifachen Strich: $\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} & \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$ $\text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H}$, $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$.

An Stelle eines Striches wird als Sinnbild für das bindende Elektronenpaar auch ein Doppelpunkt verwendet ($\text{H}:\text{O}:\text{H}$, $\text{O}:\text{C}:\text{O}$). Durch bestimmte Stellung der Atomzeichen drückt man die räumliche Anordnung der Atome aus: gewinkeltes Wassermolekül



oft stark vereinfacht nur $\langle \rangle$ geschrieben. Viele Fälle von $\rightarrow$ Isomerie können daher durch geschriebene chem. Strukturformeln nicht klar dargestellt werden und bedürfen zusätzlicher Erläuterungen.

Chemische Reaktionen werden durch *chemische Gleichungen* dargestellt. Sie enthalten die Zeichen der Ausgangs- und der Endstoffe, verknüpft durch ein Gleichheitszeichen; Beispiel: $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$. An Stelle des Gleichheitszeichens steht bei umkehrbaren Reaktionen auch ein Doppelpfeil $\rightleftharpoons$ oder $\rightleftharpoons$. Oft wird auf einer Seite der Gleichung noch zusätzlich die Wärmetönung hinzugefügt, die mit einem vollständigen Umsatz der durch die Formelgleichung gegebenen Stoffmengen verknüpft ist, z. B.: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 + 2 \times 11 \text{ kcal}$.

Die Grundlagen der heutigen chem. Zeichensprache hat der schwed. Chemiker J. J. BERZELIUS 1814 geschaffen.

NOMENKLATUR DER CHEM. VERBINDUNGEN. 1. *Trivialnamen* sind oft aus sehr früher Zeit übernommene, ohne wissenschaftl. Prinzip gebildete, meist deutsche oder eingedeutschte Namen, die auf eine Herkunft oder wichtige Eigenschaft der Verbindung hindeuten (z. B. Kochsalz, Weingeist, Blausäure, Pottasche, Indigo).

2. *Systematische (rationelle) Namen*. Nach internat. Richtsätzen wird der Name des gegen Sauerstoff positiveren Elements mit der Endung *-id* an den des negativeren angehängt; die Wertigkeitsstufe des ersten wird durch eine römische Ziffer gekennzeichnet (z. B. Kupfer (I)-chlorid CuCl). Die Endungen *-i* und *-o* zur Kennzeichnung von Wertigkeiten sind veraltet (Cupri-, Cupro-), ebenso *-ür* statt *-id*, und *-oxydul*. Atomzahlen werden durch griech. Zahlwörter wiedergegeben (Kupferdichlorid, CuCl_2). Wertigkeiten säurebildender Elemente werden durch die Zusätze *inter-* und *-ig* (niedere) oder *über-* und *per-* (höhere Wertigkeitsstufen als in der Grundsäure) ausgedrückt (schweflige Säure, Perchlorsäure). Salze von sauerstoffhaltigen Säuren erhalten die Endung *-at* an den Namen des säurebildenden Elements, dessen Wertigkeit als römische Ziffer [Kaliummanganat (VII)]; in älterer Schreibweise auch *-it* und *hypo-* für niedere, *über-* und *per-* für höhere Wertigkeitsstufen (Natriumsulfat, Kaliumpermanganat). Verschiedener Wassergehalt von Säuren, die sich vom gleichen Anhydrid ableiten,

wird durch die Vorsilben *ortho-*, *meta-*, *pyro-* bezeichnet.

Organische Verbindungen werden nach der Gensfer Nomenklatur durch Vor- und Nachsilben an griech. Zahlwortstämmen (Anzahl der Kohlenstoffatome) oder Trivialnamen benannt; man verwendet *-an* (gesättigte), *-en* (Verbindungen mit Doppelbindung), *-in* (mit Dreifachbindung), *-yl* (einwertige Radikale), *-ol* (OH-Gruppe), *-al* (Aldehyde), *-on* (Ketone), *-iso-* (verzweigte Kette), *-ase* (Enzyme), *-ose* (Kohlenhydrate). Zur Bezeichnung räumlicher Anordnungen benutzt man die Vorsilben *cis-* oder *syn-* (gleichständig), *trans-* oder *anti-* (gegenständig), *meso-* (mittelständig), *epi-* (vertauscht), *cyclo-* (ringförmig geschlossen). Abkömmlinge von Grundverbindungen verwinkelten Molekülbaus werden durch Abwandlung der Trivialnamen der Grundverbindungen benannt. Ferner werden in wachsendem Maße die ganz- oder halbssystemat. Namen durch Herausnehmen und Zusammenstellen charakteristischer Anfangsbuchstaben abgekürzt (z. B. DDT = Dichlor-diphenyl-trichloräthan, HB = Hexachlorbutadien); auch diese Namen werden nach den Gensfer Regeln abgewandelt (ATP-ase = Adenosin-tri-phosphatase).

GESCHICHTE. Die neuzeitl. C. hat sich aus der $\rightarrow$ Alchemie entwickelt. Als erster erkannte ROBERT BOYLE (1627–91), daß es Grundstoffe gibt, die mit chem. Methoden nicht ineinander verwandelt werden können. Über lange Umwege, insbes. auch über die von STAHL (1660–1734) aufgestellte $\rightarrow$ Phlogistonlehre, erhielt die C. dann ihre endgült. tragfähige Grundlage durch LAVOISIER (1743–94), der wichtige Gedanken von LOMONOSSOW und Ergebnisse von PRIESTLEY und SCHEELE richtig deutete. Die theoret. C. wurde zu Anfang des 19. Jahrh. von DALTON und AVOGADRO begründet, das System der Elemente in seinen ersten Grundzügen vor allem durch BERZELIUS (1779–1848) festgestellt, der mehrere neue Elemente selbst entdeckte. Die modernen chem. Forschungsstätten sind eine Schöpfung J. v. LIEBIGS (1803–73), der die *Agrikultur-C.* begründete. Die erste Synthese eines organ. Stoffes (des Harnstoffs) gelang WÖHLER 1828; er entdeckte auch das Leichtmetall Beryllium, nachdem schon vorher DAVY die Alkalimetalle Kalium und Natrium, die Erdkalkmetalle Kalzium, Strontium, Barium und das Magnesium entdeckt hatte. Die *Spektralanalyse* begründeten KIRCHHOFF und BUNSEN 1859, die *Struktur-C.*, bes. der organ. Verbindungen, KÉKULÉ um 1860, das Periodische System der Elemente wurde 1869 durch L. MEYER und MENDELÉEFF aufgestellt. Die allg. Struktur der Fette ergründeten CHEVREUL und BERTHELOT um 1850, etwas später begannen die Arbeiten A. W. v. HOFMANNs über die *Aminfarben*. Die Struktur des Krappfarbstoffs *Alizarin* erkannten GRAEBE und LIEBERMANN 1868, die des *Indigo* v. BAeyer 1878, die der *Kohlenhydrate* und der biolog. wichtigen *Purinderivate* EMIL FISCHER um 1890–1900. Die Theorie der elektrolyt. Dissoziation (Elektrolyse) wurde von CLAUSIUS um 1880 begr. und von ARRHENIUS 1887 exakt formuliert. Neue Arbeitsgebiete erschlossen GRAHAM und W. OSTWALD mit der Kolloid-C. Eine wesentl. Erweiterung und Verbesserung der von KÉKULÉ begr. Wertigkeitslehre stellten die Arbeiten WERNERS über *komplexe Verbindungen* dar (um 1900). Der große Fortschritt der letzten Jahrzehnte in der Erforschung der *hochmolekularen organ. Verbindungen* ist in erster Linie das Werk STAUDINGERS und seiner Freiburger Schule.

Nachdem PERKINS 1856 die Herstellung einer synthetischen Anilinfarbe gelungen war, nahm die *großtechnische Herstellung synthetischer Produkte* einen ungeheuren Aufschwung. Die chem. Fabriken, von denen sich die größten in Deutschland 1925 unter C. DUISBERG zur I.G.-Farbenindustrie zusammenschlossen, wurden selbst zu Trägern einer chem.-techn. Entwicklung, die große Leistungen aufzuweisen hat, wie die Ammoniaksynthese, die Kohlenhydrierung, die Bunaherstellung, die Kunstseide- und Zellstoffgewinnung und schließlich die Schaf-

fung einer Gruppe von völlig neuen Werkstoffen, den Kunststoffen.

An der Umgestaltung des naturwissenschaftl. Denkens, die um die Wende zum 20. Jahrh. begann, hatte die C., bes. durch die Erforschung der Radioaktivität (M. CURIE, O. HAHN), lebendigen Anteil. Die neuen Erkenntnisse über den Atombau führten zur fortschreitenden Klärung der Zusammenhänge zwischen Struktur, Eigenschaften und Reaktionsweise der Stoffe. Nicht zuletzt durch das Gemeinsame der molekulartheoret. Betrachtung macht sich in neuester Zeit ein stärkerer Zug zur Zusammenfassung des Wissens bemerkbar. Durch ihre Beiträge zur Klärung der Konstitution und der Eigenschaften auch physiologisch und biologisch wichtiger Stoffe (Eiweißstoffe, Vitamine, Hormone) läßt die C. die Grenze zwischen Physik und Biologie zurücktreten zugunsten eines gemeinsamen, erst in den Anfängen erschlossenen, weiten Grenzgebietes.

Sammelwerke. Gmelins Handb. d. anorgan. C. (^{1924ff.}); Beilsteins Handb. der organ. C. (^{1918ff.}); Ullmann: Encyklop. d. techn. C. (^{1951ff.}). **Anorganische Chemie.** Biltz-Klemm-Fischer: Experimentelle Einf. i. d. anorgan. C. (¹⁹¹⁶); K. A. Hofmann, hg. v. U. R. Hofmann u. W. Rüdorff: Anorgan. C. (¹⁹⁶⁰); H. Remy: Lehrb. d. anorgan. C., 2 Bde. (Bd. I ¹⁹⁶⁰, Bd. II ¹⁹⁵⁹). **Organische Chemie.** O. Diels: Einf. i. d. organ. C. (¹⁹⁶¹); A. F. Hollemann: Lehrb. d. organ. C., hg. v. F. Richter (¹⁹⁶¹); P. Karrer: Lehrb. d. organ. C. (¹⁹⁵⁹). **Allgemeinverständlich.** H. Römpp: C. des Alltags (¹⁹⁶²); ders.: Chem. Zaubertränke (¹⁹⁶⁰). **Geschichtliche.** W. Ostwald: Der Werdegang einer Wissenschaft (1908); G. Bugge (Hg.): Das Buch d. großen Chemiker, 2 Bde. (1929/30, Nachdr. 1961); P. Walden: Drei Jahr. C. (1944); ders.: Gesch. d. C. (¹⁹⁵⁰); G. Lockemann: Gesch. d. C. in kurzgef. Darst., 2 Bde. (1950, 1955).

Chemiefasern. Sammelbegriff für künstl. Faserstoffe, die als unendlich lange Fäden (*Kunstseiden*) oder als kurzgeschnittene Fasern (*Stapelfasern*) hergestellt werden. Die mengenmäßig wichtigsten, aus natürlicher Zellulose hergestellten C. sind Viskose (→Reyon und Zellwolle), Cupro und Azetat.

Die **vollsynthetischen C.** werden aus Polyvinylchloriden (*PeCe-Fasern*), aus Polykondensaten von Adipinsäure und Hexamethylen-diamin (*Nylon*), aus Polymerisaten von α -Kaprolaktam (*Perlon*), aus Polyakrylnitril (*Orlon*, *Pan*, *Dralon*, *Dolan*, *Redon*), aus Polyestern, die z. B. aus Dimethylterephthalsäure und Glykol bestehen (*Terylene*, *Dacron*, *Diolon*, *Trevira*), aus Mischpolymerisaten von Akrylnitril und Vinylverbindungen (*Dynel*), aus Mischpolymerisaten von Vinylchlorid und Vinylazetat (*Vinyon*) oder von Vinylchlorid und Vinylidenchlorid (*Saran*) in der Hauptsache hergestellt. Einige der vollsynthet. C. (*Nylon*, *Perlon* u. a.) werden dadurch hergestellt, daß die Ausgangs-Polymerisate in geschmolzenem Zustand durch Düsen gepreßt, zu Fäden erstarrten und anschließend verstreckt werden; andere werden aus Lösungen in organ. Lösungsmitteln nach dem Trocken-Spinn-Verfahren, seltener nach dem Naß-Spinn-Verfahren (*Orlon*) gewonnen. C. mit gummielast. Eigenschaften werden seit 1959 aus segmentiertem Polyurethan hergestellt (*Lycra*, *Vyrene*, *Kölnar I-Faden*).

S. Stockburger: Chemiefaserkunde (1961); E. Wagner: Chemiefaserstoffe (1961).

Chemigraphie. die Atzanstalt, in der Metallhochätzungen (Klischees) für Buchdruckzwecke hergestellt werden. Die (später) druckenden Teile der Metallplatte werden mit einer säurefesten Schicht (Chromateiweiß-, Kopierlack-, Chromatleim- oder Kunststoffschicht) abgedeckt und die ungeschützten Teile mit Säure so tief weggeätzt, daß sie beim Druck von der Farbwalze nicht mit eingefärbt werden. Strichzeichnungen können dabei z. B. mit gelöstem Asphalt unmittelbar auf die Metallplatte oder mit Fettfarbe auf Umdruckpapier (mit wasserlöslicher Schicht überzogenes Papier) gezeichnet und durch Umdrucken auf die Metallfläche übertragen

oder aber von Steindruckformen zuerst auf Umdruckpapier und dann auf die Metallplatte umgedruckt werden. Beim Ätzen sorgt man durch wiederholtes Einfärben und Aufschmelzen von Harzstaub oder durch Abdecken gefährdeter Teile mit Asphaltlack dafür, daß die stehengebliebenen Teile nicht von der Seite her unterätzt werden. Nach dem Ätzen werden schlecht druckende Stellen mit dem Stichel-eisen, der Roulette, der Fräsmaschine u. a. nachgearbeitet (*Metalretusche*).

chemische Elemente, chemische Grundstoffe, (hierzu TABELLE), Stoffe, die durch kein chemisches Verfahren in einfachere zerlegt werden können. Die kleinsten Teilchen eines c. E. sind die →Atome. Aus dem Aufbau der Atome, der für die chem. Eigenschaften der Elemente bestimmend ist, ergibt sich eine wichtige systematische Einteilung der Elemente, →periodisches System der Elemente.

Die Anzahl der heute bekannten c. E. beträgt 103; ihre *relative Häufigkeit* ist sehr verschieden. Die äußere Erdschicht einschließlich der Meere und der Atmosphäre baut sich im wesentlichen aus nur 9 Elementen auf: 50 % Sauerstoff (teils frei, teils im Wasser und in Oxiden), 25 % Silizium (in Gesteinen), 7,5 % Aluminium, 4,1 % Eisen, 3,2 % Kalzium, je 2,3 % Natrium, Kalium, Magnesium, 1 % Wasserstoff; alle übrigen Elemente bilden zusammen nur etwa 1 % der uns bekannten Teile der Erdrinde. Etwa 72 c. E. sind *Metalle*, die übrigen *Nichtmetalle*. Alle Metalle mit Ausnahme des Quecksilbers sind bei gewöhnlicher Temperatur fest, die Nichtmetalle teils fest, teils gasförmig mit Ausnahme des flüssigen Brom. Alle Elemente lassen sich durch Abkühlung oder Erwärmung in den festen, flüssigen und gasförmigen Zustand überführen. Geht man bei der Analyse der Stoffe über rein chemische Verfahren hinaus und wendet physikalische Untersuchungsmethoden an, so kann man Reinelemente und Misch-elemente unterscheiden. Innerhalb eines *Reinelements* sind die Atome untereinander völlig gleich. In einem *Mischelement* sind Atome mit gleicher Elektronenhülle, aber etwas verschiedener Masse, →Isotope, enthalten. Die meisten c. E. sind Misch-elemente. – Die schwersten Elemente verwandeln sich durch radioaktiven Zerfall (→Radioaktivität) dauernd von selbst in leichtere; viele andere Elemente können mit physikal. Methoden zu ähnl. Zerfall gebracht oder in andere Elemente verwandelt werden. Natürl. Kalium, Rubidium, Samarium und Lutetium enthalten je ein radioaktives Isotop.

An der Entstehung der c. E. war nach der Hypo-

CHEMISCHE ELEMENTE (alphabetisch)

Element	Chem. Zeichen	Ordnungs-zahl	Chem. Atom-gewicht ^{*)}
Aktinium ^{*)}	Ac	89	227,05
Aluminium ^{*)}	Al	13	26,9815
Americium ^{*)}	Am	95	(243)
Antimon	Sb	51	121,75
Argon	Ar	18	39,948
Arsen ^{*)}	As	33	74,9216
Astat ^{*)} ^{*)}	At	85	(211)
Barium	Ba	56	137,34
Berkelium ^{*)}	Bk	97	(247)
Beryllium ^{*)}	Be	4	9,0122
Blei	Pb	82	207,19
Bor	B	5	10,811
Brom	Br	35	79,909
Chlor	Cl	17	35,453
Chrom	Cr	24	51,996
Curium ^{*)}	Cm	96	(247)
Dysprosium	Dy	66	162,50
Einsteinium ^{*)}	Es	99	(254)
Eisen	Fe	26	55,847
Erbium	Er	68	167,26
Europium	Eu	63	151,96
Fermium ^{*)}	Fm	100	(253)
Fluor ^{*)}	F	9	18,9984
Francium ^{*)} ^{*)}	Fr	87	(223)
Gadolinium	Gd	64	157,25

Element	Chem. Zeichen	Ordnungszahl	Chem. Atomgewicht ⁴⁾
Gallium	Ga	31	69,72
Germanium	Ge	32	72,59
Gold	Au	79	196,967
Hafnium	Hf	72	178,49
Helium	He	2	4,0026
Holmium ¹⁾	Ho	67	164,930
Indium	In	49	114,82
Iridium	Ir	77	192,2
Jod ¹⁾	J	53	126,9044
Kadmium	Cd	48	112,40
Kalifornium ²⁾	Cf	98	(251)
Kalium	K	19	39,102
Kalzium	Ca	20	40,08
Kobalt ¹⁾	Co	27	58,9332
Kohlenstoff	C	6	12,01115
Krypton	Kr	36	83,80
Kupfer	Cu	29	63,54
Lanthan	La	57	138,91
Lawrencium	Lw	103	(257)
Lithium	Li	3	6,939
Lutetium	Lu	71	174,97
Magnesium	Mg	12	24,312
Mangan ¹⁾	Mn	25	54,9381
Mendelevium ³⁾	Md	101	(256)
Molybdän	Mo	42	95,94
Natrium ¹⁾	Na	11	22,9898
Neodym	Nd	60	144,24
Neon	Ne	10	20,183
Neptunium ²⁾ ⁴⁾	Np	93	(237)
Nickel	Ni	28	58,71
Niob ¹⁾	Nb	41	92,906
Nobelium	No	102	(254)
Osmium	Os	76	190,2
Paladium	Pd	46	106,4
Phosphor ¹⁾	P	15	30,9738
Platin	Pt	78	195,09
Plutonium ²⁾ ⁴⁾	Pu	94	(244)
Polonium ²⁾	Po	84	210
Praseodym ¹⁾	Pr	59	140,907

Element	Chem. Zeichen	Ordnungszahl	Chem. Atomgewicht ⁴⁾
Promethium ²⁾ ⁴⁾ ..	Pm	61	(144)
Protaktinium ²⁾ ⁴⁾ ..	Pa	91	231
Quecksilber ¹⁾	Hg	80	200,59
Radium ²⁾	Ra	88	226,05
Radon ²⁾	Rn	86	222
Rhenium	Re	75	186,2
Rhodium ¹⁾	Rh	45	102,905
Rubidium	Rb	37	85,47
Ruthenium	Ru	44	101,07
Samarium	Sm	62	150,35
Sauerstoff	O	8	15,9994
Schwefel	S	16	32,064
Selen	Se	34	78,96
Silber	Ag	47	107,870
Silizium	Si	14	28,086
Skandium ¹⁾	Sc	21	44,956
Stickstoff	N	7	14,0067
Strontium	Sr	38	87,62
Tantal ¹⁾	Ta	73	180,948
Technetium ²⁾ ⁴⁾ ..	Tc	43	(99)
Tellur	Te	52	127,60
Terbium ¹⁾	Tb	65	158,924
Thallium	Tl	81	204,37
Thorium ¹⁾ ²⁾	Th	90	232,038
Thulium ¹⁾	Tm	69	168,934
Titan	Ti	22	47,90
Uran ¹⁾	U	92	238,03
Vanadin	V	23	50,942
Wasserstoff	H	1	1,00797
Wismut ¹⁾	Bi	83	208,980
Wolfram	W	74	183,85
Xenon	X	54	131,30
Ytterbium	Yb	70	173,04
Yttrium	Y	39	88,905
Zäsium ¹⁾	Cs	55	132,905
Zer	Ce	58	140,12
Zink	Zn	30	65,37
Zinn	Sn	50	118,69
Zirkonium	Zr	40	91,22

¹⁾ Reinelement. ²⁾ Radioaktives Element. ³⁾ Transuran. ⁴⁾ Natürliches Vorkommen wegen Instabilität sehr geringfügig, praktische Gewinnung nur durch künstliche Kernreaktionen. ⁵⁾ Bei Transuranen oder sehr instabilen Elementen die Massenzahl des Isotops mit der längsten Halbwertszeit (in Klammern).

diese von ALPHER, BETHE und GAMOW (1948) die gesamte Weltmaterie in Form eines Urplasmas von Protonen, Neutronen und Elektronen gleichzeitig beteiligt. Altersbestimmungen für die c. E. nach radioaktiven Methoden und aus Untersuchungen über die relativen Häufigkeiten der Bleiisotope einerseits und Altersbestimmungen des Kosmos als eines Ganzen aus der Expansionsbewegung der Spiralnebel andererseits sprechen dafür, daß vor mindestens 5–6 Mia Jahren die gesamte Weltmaterie auf kleinem Raum zusammengedrängt war, und daß dabei physikal. Bedingungen für kurze Zeit realisiert waren, die eine Elementbildung ermöglichten. Bei Temperaturen zwischen 10 und 1 Mia °C, wie sie wenige Minuten nach dem Zustand maximaler Verdichtung der Materie erreicht wurden, fand in dem an Neutronen reichen Urplasma die Vereinigung der Protonen und Neutronen zu größeren Atomkernen statt und erreichte mit dem Aussterben der Neutronen nach Unterschreitung der 1-Milliarden-Schwelle für die Temperatur ihren Abschluß. Auf der Grundlage dieser Vorstellung lassen sich die Häufigkeitsverteilung der Elemente auf der Erde und im Kosmos und die relativen Isotopenhäufigkeiten verstehen. – Nach der Vorstellung von BURBRIDGE, FOWLER und HOYLE (1957) beginnt der Aufbau der c. E., die schwerer als Helium sind, im Kern derjenigen Sterne, in deren Innerstem aller Wasserstoff zu Helium verbrannt ist. Durch sukzessive Anlagerung von Heliumkernen entstehen ¹²C, ¹⁶O, ²⁰Ne usw. bis ⁵⁶Fe bei Temperaturen zwischen 10⁸ und 10⁹°K. Die dazwischenliegenden Elemente und solche, die schwerer sind als Eisen, bilden sich durch Stöße mit Wasserstoffkernen aus der äußeren Hülle, wenn das Sternzentrum so heiß

geworden ist, daß es zu einer Supernova-Explosion kommt.

chemische Reinigung, Reinigung von Kleidungsstücken durch eine Extraktionsbehandlung in organischen Lösungsmitteln (Wasch-, Scherbenzin, Tetrachlorkohlenstoff, Per- und Trichloräthylen), meist unter Zuhilfenahme bes. reinigungsaktiver Substanzen, um schwer entfernbare Verfleckungen zu beseitigen (→ Fleckenbeseitigung). Nachbehandlung: Detachur = örtliche Fleckenentfernung und Fäsonierung = Aufbügeln und Pressen.

Chemosorption, die Anlagerung von Gasen oder Lösungen an feste Körper unter Bildung einer chem. Verbindung.

Chenille, Raupenzwirn mit herausragenden Fadenenden; dient als Schuß für Axminsterteppiche.

Cheviot, körperbindiger, meist dunkelblau gefärbter Kleiderstoff aus der langen, gröberen und glänzenden C.- oder gleichart. Crossbredwolle.

Chiastolith, → Andalusit.

Chiffon, feiner, weich appretierter, leinwandbindiger Wäschestoff aus Baumwolle (urspr. dünnes Seidengewebe).

Chinasäure, 1, 3, 4, 5-Tetraoxy-zyklohexan-karbonsäure, C₆H₂(OH)₄COOH, in allen Chinارينden, in Kaffeebohnen usw. vorkommende Säure, Nebenerzeugnis der Chinin-Bereitung.

Chiné, Gewebe mit gestämtem Aussehen, erzielt durch bunt bedruckte Kette (Kettendruck) und einfarbigen Schuß.

Chinin, ein aus der Rinde des Chinabaums hergestelltes Alkaloid, das als erstes natürliches Malariaheilmittel auch heute noch größte Bedeutung hat. Es ist gelungen, C. durch ähnlich wirksame synthetische Präparate zu ersetzen oder zu ergänzen.

Chinolin, eine aus einem $\rightarrow$ Benzol- und einem Pyridin-Ring zusammengesetzte Base, in einigen $\rightarrow$ Alkaloiden, z. B. dem $\rightarrow$ Chinin enthalten. Verwendung zur Herstellung von Arzneimitteln, *C.-Farbstoffen* (Photographie) und Schädlingsbekämpfungsmitteln.

Chinone, sauerstoffhaltige aromatische Verbindungen mit charakteristischen Kohlenstoff-Doppelbindungen von stark färbender Wirkung; daher Muttersubstanzen zahlreicher Farbstoffe. Mehrere *C.-Abkömmlinge* sind wirksam gegenüber Strepto- und Enterokokken, andere hemmen die Zellteilung und die Gärung in den Zellen bestimmter, experimentell erzeugter Geschwülste.

Chintz, *Glanzkattun*, bunt bedruckter, rechteckig gewachster, daher glatter, glänzender Baumwoll- oder Zellwollstoff in Leinwandbindung, für Lampenschirme, Steppdecken, Dekorationen.

Chitin, ein stickstoffhaltiges, der Zellulose chem. nahe verwandtes Polysaccharid, das sich in den Gerüstsubstanzen der meisten Gliedertiere (*Chitinskelett*), Mollusken (z. B. Sepiaschulpe), Würmer und Zölenteraten, doch auch in Pilzen findet. Bei der chem. Spaltung von *C.* erhält man Essigsäure und Glukosamin, einen stickstoffhaltigen Zucker.

Chloanthit, $\rightarrow$ Speiskobalt.

Chlor, *Cl*, chem. Element aus der Gruppe der $\rightarrow$ Halogene; Ordnungszahl 17, Massenzahlen 35, 37, Atomgewicht 35, 453, Schmelzpunkt -101°C , Siedepunkt $-34,1^{\circ}\text{C}$, Dichte des flüssigen *C.* 1,557 g/cm³. Gasförm. *C.* ist gelbgrün. Vorkommen in der Natur nur in Verbindungen, vor allem im Kochsalz, *NaCl* (im Meerwasser und in Steinsalzlagern), $\rightarrow$ Salz), im Carnallit, *MgCl₂·KCl·6H₂O*, und Kainit, *MgSO₄·KCl·3H₂O*. Technisch wird *C.* meist als Nebenprodukt bei der Elektrolyse von Natrium- oder Kaliumchlorid zur Darstellung von Natrium- oder Kaliumhydroxid gewonnen. *C.* und manche *C.-Verbindungen*, z. B. Phosgen, *COCl₂*, sind für lebende Organismen sehr schädlich. Das in hohem Maße wasserlös. *C.* wird zum Entkeimen (*Chloren*) von Trinkwasser und von Schwimmbädern benutzt. Seine Fähigkeit, Farbstoffe zu zerstören, wird in manchen Bleichmitteln ausgenutzt.

Wichtige Verbindungen: $\rightarrow$ Salzsäure, *HCl*, und ihre Salze, die *Chloride*, wie Kaliumchlorid, Natriumchlorid, Ammoniumchlorid ($\rightarrow$ Salmiak) und Silberchlorid, das ähnlich wie das verwandte Silberbromid in der Photographie verwendet wird; *C.-Säure*, *HClO₃*, und ihre Salze, die *Chlorate*, z. B. das Kaliumchlorat ($\rightarrow$ Kalium); einer weiteren Säure des *C.* ist der *C.-Kalk* ($\rightarrow$ Kalzium) zugeordnet.

Chloräthyl, *Äthylchlorid*, *C₂H₅Cl*, Ester des Äthylalkohols mit Salzsäure, schon bei $12,3^{\circ}\text{C}$ siedende Flüssigkeit, die zur äußeren Schmerzbehandlung verwendet wird.

Chloratsprengstoffe, Gesteinssprengstoffe, die zu mindestens 70 % aus Kalium- oder Natriumchlorat bestehen. Die gefährliche Reibempfindlichkeit wird durch Zusatz von etwas Öl und von organischen Nitroverbindungen vermindert, z. B. enthält *Cheddīt* 70–80 % Chlorat, 19–15 % Dinitrotoluol, 1 % Nitronaphthalin, 5 % Rizinusöl. *Chloratite*, amlt. Bez. für im dt. Bergbau zugelassene *C.*

Chlorbenzole, organ. Verbindungen, die beim Chlorieren von Benzol, bei Gegenwart von Eisen als Katalysator, entstehen. Nach der Anzahl der Chloratome im Benzol unterscheidet man *Monochlorbenzol*, *Dichlorbenzol* usw. Monochlorbenzol, *C₆H₅Cl*, ist eine farblose Flüssigkeit, ebenso Orthodichlorbenzol (Terpentinersatz); Paradichlorbenzol ist fest (Mottenmittel). Das höchstchlorierte Produkt ist das feste *Hexachlorbenzol*, *C₆Cl₆*.

Chloren, Veredlung der Wolle, um das Schrumpfen und Filzen zu vermeiden (Schweißwolle für Strümpfe) und den Glanz zu erhöhen (Seidenwolle).

Chlorhydrine, chem. Verbindungen, die bei Einwirkung von Chlorwasserstoff auf mehrwertige Alkohole und bei Anlagerung von unterchloriger Säure an Olefine entstehen; von Glykol leitet sich so das Glykylchlorhydrin, *CH₂OH·CH₂Cl*, ab.

Chlorite, glimmerähnliche grüne monokline Mineralien der Eruptivgesteine und kristallinen

Schiefer, z. B. der *Antigorit* oder *Blätterserpentin* *Mg₃Si₂O₅(OH)₄*; in den übrigen *C.* sind *Mg* und *Si* teilweise durch *Al* ersetzt.

Chlorkalk, *Bleichkalk*, Kalziumchlorid-Hypochlorit, *CaOCl₂*, weißes, scharf riechendes, schwach wasserlös. Pulver; Gewinnung durch Einwirken von Chlorgas auf feuchten gelöschten Kalk, Verwendung als Bleich- und Desinfektionsmittel.

Chlorkautschuk, durch Chlorieren von Naturkautschuk hergestelltes Produkt, das wegen seines hohen Chlorgehalts (etwa 65 %) unbrennbar ist. Es findet in der Lackindustrie insbesondere für korrosionsbeständige Anstriche Verwendung.

Chloroform, *Trichlormethan*, *CHCl₃*, wasserhelle Flüssigkeit mit süßlichem, ätherischem Geruch und stechendem Geschmack, die bei Körpertemperatur schnell verdampft. Die Dämpfe verursachen bei einer Konzentration von 1,2 bis 1,4 % der Atemluft Bewußtlosigkeit und damit Aufhebung der Schmerzempfindung, weshalb *C.* als Narkotikum geeignet ist. In der Technik Verwendung als Lösungsmittel für Harze, Kampfer, Alkaloide, Jod u. a. Stoffe; Herstellung aus Alkohol und Chlorkalk. Unter dem Einfluß von Licht und Luft und auch in einer Flamme zersetzt sich *C.* u. a. in giftiges Phosgen. Es wird für die medizin. Verwendung durch Alkoholzusatz stabilisiert.

Chloromycetin, *Chloramphenicol*, aus dem Schimmelpilz *Streptomyces venezuelae* isoliertes $\rightarrow$ Antibiotikum. Seine antibakterielle Wirksamkeit entspricht weitgehend der des $\rightarrow$ Aureomycins. Es ist gelungen, das *C.* auch synthetisch herzustellen.

Chlorophyll, Blattgrün, ein Pflanzenfarbstoff, der die grüne Farbe der Pflanzen hervorruft und mit Hilfe der Energie des Sonnenlichts die Assimilation des Luft-Kohlendioxids zu $\rightarrow$ Kohlenhydraten (Pflanzenstärke) bewirkt. Seine chem. Struktur ist der des Blutfarbstoffs $\rightarrow$ Häm in verwandt; *C.* ist jedoch nicht wie jenes mit einer Eiweißkomponente, sondern esterartig mit Phytol und $\rightarrow$ Methylalkohol verbunden und enthält statt des zentralen Eisensatoms Magnesium. $\rightarrow$ Photosynthese.

Chloropren, β -Chlorbutadien, ungesättigter, chlorierter Kohlenwasserstoff, aus dem durch Polymerisation eine Art Kunstkautschuk hergestellt wird.

Chlorvinylarsindichlorid, *Lewisit*, nach Germanen riechender, giftiger Kampfstoff, entsteht durch Einwirkung von Azetylen auf Arsenrichlorid in Gegenwart von Aluminiumchlorid.

Cholesterin, eine hydrierte aromat. Kohlenstoffverbindung aus der Reihe der $\rightarrow$ Sterine, in fast allen tier. Organen auftretender biologisch wichtiger Stoff, der eng mit dem Fettstoffwechsel verbunden ist und biochem. Beziehungen zu den Gallensäuren und bestimmten Hormonen sowie dem Vitamin D hat.

Cholin, ein quaternärer Aminoalkohol mit bas. Eigenschaften: $[(\text{CH}_3)_3\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}]\text{OH}$. *C.* ist Komponente des Lecithins und des für die Funktion der Vagusnerven wicht. Acetylcholins.

Cholsäure, *Cholalsäure*, *C₂₄H₄₀(OH)₂COOH*, Hauptbestandteil der Gallensäuren.

Chopper, $\rightarrow$ Zerhackter.

Chrom, *Cr*, chem. Element, Metall; Ordnungszahl 24, Massenzahlen 52, 53, 50, 54, Atomgewicht 51,996; Schmelzpunkt 1890°C , Siedepunkt 2500°C , Dichte 7,19 g/cm³. Vorkommen in der Natur nur in chemisch gebund. Form, vor allem im *Chromit* oder *C.-Eisenstein*, *FeO·Cr₂O₃*. Darstellung: Durch Erhitzen mit Kohlenstoff werden die im *C.-Eisenstein* enthaltenen Eisen- und *C.-Oxide* reduziert; es entsteht *Ferrochrom* mit etwa 65 % Eisen, 25 % *C.* und einigen Beimischungen. Gereinigtes *Ferrochrom* ist ein wichtiger Legierungszusatz für Stahl. Fast eisenfreies *C.* erhält man durch Überführen in *Chromoxid*, *Cr₂O₃*, und Reduzieren nach dem Thermoverfahren. Elementares *C.* ist silberweiß, in allerreinstem Zustand ist es geschmeidig und dehnbar. Das gewöhnlich verwendete „reine“ *C.* ist dagegen infolge von gewichtsmäßig unbedeut. Verunreinigungen sehr hart und spröde. Trotz seines an sich unedlen Verhaltens widersteht *C.* vermutlich infolge einer schützenden Oxidhaut, dem Angriff der

atmosphär. Luft und der meisten Säuren und Laugen. Daher und wegen seiner hohen Härte und Verschleißfestigkeit werden viele Metallgegenstände, meist durch Elektrolyse, *verchromt*. Beim *Inchromieren*, einem dem Nitrieren (→härten) ähnl. Verfahren, dringen C.-Atome in die äußerste Oberflächenschicht von Stahl ein. Die so geschaffene Schutzzone bewahrt auch vor Verzunderung.

Wichtige Verbindungen. C.-Säure, H_2CrO_4 ; ihr sind als Salze die *Chromate*, z.B. Kaliumchromat, K_2CrO_4 , zugeordnet, die wegen ihrer gelben Färbung Hauptbestandteile vieler gelber Farbstoffe sind. Entsprechendes gilt für die roten Salze der *Dichromsäure*, $H_2Cr_2O_7$, die *Dichromate*. – *Chromoxid*, Cr_2O_3 , ist Ausgangsstoff verschiedener grüner Malerfarben (C.-Grün). Das C.-Oxid wird neben einigen anderen Verbindungen des C. auch als Beize in Färberei und Gerberei verwendet.

Chromatin, leicht färbare Substanz im Zellkern, besteht hauptsächlich aus Nukleoproteiden.

Chromatographie, *chromatographische Adsorptionsanalyse*, Verfahren zur Trennung von Stoffen durch selektive Adsorption. Man verwendet mit Adsorptionsmittel (z.B. Aluminiumoxid, Zinkoxid) beschickte Säulen, durch die man das gelöste Substanzgemisch hindurchfließen läßt. Stoffe mit großer Affinität wandern langsamer als Stoffe mit kleiner Affinität, so daß sich die einzelnen Stoffe durch Bindung an das Adsorptionsmittel an bestimmten Stellen anreichern. Durch Nachwaschen mit Lösungsmitteln (Entwickeln des *Chromatogramms*) werden die Stoffe in bestimmten Zonen zusammengedrängt. Auswertung der einzelnen Zonen durch mechanische Trennung der Schichten oder durch Herauslösen mit spezifischen Lösungsmitteln (*Elution*). Die C. dient bes. zur Trennung von Gemischen von Farbstoffen, Kunststoffen, Antibiotica, Aminosäuren u. a. → Papierchromatographie.

Chromatron, eine Kathodenstrahlröhre für die Wiedergabe von farbigen Fernsehbildern mit nur einem Elektronenstrahl. Im Strahlweg vor dem Bildschirm sind Gitterdrähte; durch Änderung ihrer Potentialdifferenz wird die Fokussierung des Elektronenstrahls verändert. Bei gleichen Potentialen benachbarter Drähte trifft der Elektronenstrahl auf grüne, bei unterschiedl. Potentialen auf rote oder blaue Leuchtstoffe.

Chromgelatine, durch Baden in Ammoniumbichromatlösung lichtempfindlich gemachte Gelatine.

Chromit, *Chrom Eisenstein*, $FeCr_2O_4$, gehört zur Gruppe der Spinelle und kommt in derben Knollen in Peridotiten und daraus entstandenen Serpentinien als wichtiges Chromerz bes. in der Türkei vor.

Chromleim, 1) *Chromlederleim*, ein Produkt der Chromlederabfallverwertung. 2) *Glutineim*, der durch chromsaure Salze unter Lichteinwirkung unlöslich gemacht wird.

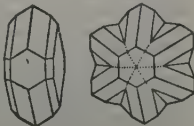
Chromophore, → Farbstoffe.

Chromosphäre, → Sonne.

Chronograph, ASTRONOMIE: beim Zeitdienst oder Meridiankreisbeobachtungen benutztes Gerät, das die Uhrzeit sekundenweise auf einen laufenden Papierstreifen aufzeichnet, auf den gleichzeitig auch die Mikrometerkontakte des Meridiankreises oder die Sekunden einer anderen Uhr markiert werden, so daß ein Vergleich möglich wird.

Chronometer, Präzisionsuhrwerk mit höchsten Hangleistungen, speziell als Seechronometer für die Schifffahrt gebaut. Es enthält eine besondere C.-Hemmung. Die Schwingungsdauer der Unruh beträgt 0,5 Sekunden. Der Antrieb wird durch eine Schnecke sehr gleichmäßig gehalten. Das Werk ist in ein Metallgehäuse eingebaut, das in Kardanischen Ringen hängt.

Chrysoberyll, grünes rhombisches Mineral $BeAl_2O_4$, aus Pegmatiten und Glimmerschiefern, z. B. in Brasilien, Cey-



Chrysoberyll

lon, Madagaskar; als Edelstein verwendet, bes. der dunkelgrüne, bei Lampenlicht rote *Alexandrit*.

Chrysolith, klarer, zu Schmucksteinen verwendbarer Olivin.

Chrysophenin, einer der wertvollsten künstlichen Farbstoffe, färbt Baumwolle, Wolle und Seide leuchtend gelb.

Chrysopras, → Chalcedon.

Chrysotil, *Faserserpentin*, faseriges grünes Mineral $Mg_3Si_2O_{10}(OH)_2$, bildet sich bei der Zersetzung von Magnesiumsilikaten durch magmatische Wässer. C. liefert den geschmeidigen Serpentin-asbest. *Bergleder* und -*holz* sind verfilzte Aggregate. *Garnierit*, ein C., dessen Magnesium zum großen Teil durch Nickel ersetzt ist, kommt u. a. auf Neukaledonien als Nickel Erz vor. Dem C. chemisch verwandt sind der poröse und sehr feinkristalline *Meerschaum* oder *Sepiolith*, der in Anatolien gefunden und zu Pfeifenköpfen verarbeitet wird, und der diesem ähnliche, nicht poröse *Saponit* oder *Seifenstein*.

Chymosin, ein → Labferment.

Chymotrypsin, eins der eiweißabbauenden Enzyme der Bauchspeicheldrüse, das im Gegensatz zum Trypsin Labwirkung besitzt.

Ci, Abk. für → Curie.

Cinchonin, $C_{19}H_{21}N_3O$, Alkaloid der Chinarinden, das das Chinin regelmäßig begleitet und als Nebenprodukt der Chininfabrikation gewonnen wird. Stereoisomer ist ihm das *Cinchonidin*. Durch Oxydation des C. erhält man die *Cinchoninsäure*, Chinolin-4-karbonsäure.

Cinematic, ein Verfahren des Trickfilms, bei der Verfilmung utopischer Stoffe echt wirkende Aufnahmen zu erhalten durch Kombination von Realaufnahmen mit Zeichen-, Puppen- und Modelltricks.

CinemaScope, Filmverfahren mit Aufnahme durch anamorphotische Linse, durch die das Bild in der horizontalen Richtung zusammengedrückt wird. Wiedergabe durch Ausgleichslinse auf gewölbter Bildwand von $2\frac{1}{2}$ -facher Normalbreite.

Cinerama, ein Filmaufnahme- und -wiedergabeverfahren mit 3 Aufnahmeobjektiven und halbkreisförm. Bildwand. Dadurch wird eine Angleichung an das natürl. Raumehen erzielt.

Cinetarium, neues Aufnahme- und Wiedergabeverfahren für Rundblick-Filmtheater mit Hilfe eines senkrecht über der Optik der senkrecht stehenden Kamera angebrachten Konvexspiegels von 60 cm Durchmesser. Wiedergabe auf eine ringförmige, 4 m hohe Bildwand.

Circarama, ein Filmwiedergabeverfahren, bei dem 11 synchron laufende, im Kreis montierte Schmalfilmprojektoren (16 mm) die Filme auf eine zylinderröhrförmige Bildwand projizieren, so daß ein Rundbild entsteht.

Citral, $C_{10}H_{16}O$, ein Terpenaldehyd, Geruchsträger des Zitronenöles und Lemongrasöles, aus dem es gewonnen wird. Es wird gebraucht für künstl. Zitronenöle, für Zitronenaromen und in niedriggrädigen Kölnisch Wässern; in Seifen nicht haltbar.

Citrin, 1) Gemisch zweier isomorpher Flavonoglykoside, das zusammen mit Vitamin C blutungshindernde Wirkung besitzt. C. wird wegen der Beeinflussung der Kapillarpermeabilität auch *Vitamin P* genannt. Es vermindert die Durchlässigkeit der Gefäße bei verschiedenen Formen der Blutfleckenkrankheit, die mit Hautblutungen verbunden sind. Die Vitaminnatur ist noch unsicher.

2) gelbe Varietät des Bergkristalls (→ Quarz).

Citronellal, der im Zitronellöl vorkommende Aldehyd der Formel $C_{10}H_{18}O$, von frischem, an Zitronen und Melisse erinnerndem Duft.

Citronellol, $C_{10}H_{18}O$, ein Rosenalkohol mit zartem Rosengeruch, gewonnen durch Reduktion von Citronellal oder Geraniol oder aus Geraniumöl; Aufbaustoff für Maylgoldchenöl.

Cl, chem. Zeichen für → Chlor.

Clairautsches Theorem gestattet die Berechnung der → Abplattung a der Erde aus der Fliehkraft F am Äquator, der Schwerebeschleunigung g_0

Clapeyrorsche Gleichung – Coulomb

am Äquator und der Schwerebeschleunigung g_p am Pol. Angenähert ist:

$$a = \frac{5}{2} \frac{F}{g_0} - \frac{g_p - g_0}{g_0}.$$

Clapeyrorsche Gleichung, Dreimomentengleichung, gibt eine mathemat. Beziehung zwischen 3 aufeinanderfolgenden Stützmomenten durchlaufender Balken an und spielt zur Berechnung von Durchlauftragwerken oder kontinuierlichen Tragwerken in der Baustatik eine große Rolle.

Clathrate, → Einschlussverbindungen.

Clausius, Rudolf, Physiker, * 1822, † 1888, gab 1850 die klare Formulierung des 2. Hauptsatzes der Wärmelehre und begründete (1857 ff.) die kinetische Theorie der Gase.

Cloqué, Blasenkrepp, in Doppelstofftechnik gewebter Kleiderstoff, bei dessen Ausrüstung die Krepp-Untervare mustergemäß schrumpft und die Obervare reliefartige Hohltaschen bildet.

Cm, chem. Zeichen für → Curium.

cm, Abk. für Zentimeter, Einheit der Länge; ferner ältere Maßeinheit für die Kapazität.

Co, chem. Zeichen für → Kobalt.

Codein, Kodein, Methymorphin, ein Alkaloid des Opiums, Mittel gegen quälenden Hustenreiz.

Codierplatz, der → Briefaufstellmaschine nachgeschalteter Bearbeitungsplatz für Briefsendungen. Hier wird den abgehenden Sendungen mit entweder magnetisierbarer oder phosphoreszierender oder fluoreszierender Farbe die Postleitzahl des Bestimmungsortes, den ankommenden die Kennziffer des Zustellbezirks von Hand in einem für die → Verteilmaschine lesbaren Code aufgedruckt.

Colchicin, Alkaloid aus der Herbstzeitlose (*Colchicum*), ein Phenanthrenderivat der Formel $C_{23}H_{21}O_6N$ (WINDAUS). Es hemmt als Mitosegift die Zellkernteilung und hat deshalb in der Pflanzenzucht große prakt. Bedeutung für das Erzeugen polyploider Rassen gewonnen. Ferner wird es zur Behandlung des akuten Gichtanfalls verwendet.

Coleopter, das → Ringflügelzugzeug.

Cölestin, Zölestin, rhombisches Mineral $SrSO_4$, dem Schwespat ähnlich, kommt in farblosen bis hellblauen Kristallen in Kalksteinen vor.

Columbit, Kolumbit, Sammelname für die rhombisch-bipyramidalen, schwarzen Mineralien *Niobit* (Fe, Mn) Nb_2O_6 , *Tantalit* (Fe, Mn) Ta_2O_6 und deren Mischkristalle. Der C. kommt in Kristallen oder derb in Granitpegmatiten, bes. Skandinaviens und Nordamerikas, vor.

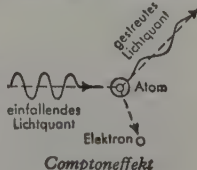
Columbium, → Niob.

Compiler, Hilfsprogramm für Rechenautomaten, das verschiedene routinemäßig durchführbare Programmierungsarbeiten automatisch durchführt; Vorstufe von Formelübersetzungsprogrammen (→ Formelübersetzung).

Compound..., Verbund...

Compton, Arthur, amerikan. Physiker, * 1892, † 1962, entdeckte 1923 den nach ihm benannten C.-Effekt bei der Streuung von Röntgenstrahlen. 1927 Nobelpreis (mit C. T. R. WILSON).

Comptoneffekt, die Streuung von energiereichen Lichtquanten (z. B. Röntgenstrahlen) an Elektronen; einer der Beweise für die Teilchennatur des Lichts. Der C. kann entsprechend der klassisch-mechan. Auffassung als der elastische Stoß eines Lichtquants mit einem Elektron gedeutet werden, bei dem Gesamtenergie und Gesamtimpuls des Systems erhalten bleiben. Das (zunächst ruhende) Elektron übernimmt vom Lichtquant einen Teil der Energie als Bewegungsenergie; dem Energieverlust des stoßenden Lichtquants entspricht nach der → Quantentheorie eine durch das Experiment bestätigte Vergrößerung der Wellenlänge der Streustrahlung.



Comptonmeter, Ionisationskammer zur Messung der kosmischen Ultrastrahlung.

Cones, kegelförmiger Spulenkörper mit gekreuzten Fadenlagen.

Cop, Kötzer, der auf einer Hülse aufgewundene Garnkörper von der Spinnmaschine.

Cord, Gewebe mit kräftigen Längsrippen in Hohlanschubbindung für Kleidung, Möbelbezüge u. a.

Cordierit, Kordierit, Dichroit, rhombisches Mineral $Mg_3Al_2Si_2O_{10}$, stark pleochroitisch, daher in verschiedenen Richtungen gelbgrau bis tiefblau durchsichtig; kommt in C.-Gneisen vor.

Cordonnet, Cordzwirn, festgedrehter Doppelzwirn mit Vor- und Nachdrehung für Reifeneinlagen, Netze und Nähgarne.

Core, der innerste Teil eines Kernreaktors, der das spaltbare Material enthält.

Coriolis-Beschleunigung (nach dem französ. Physiker CORIOLIS, * 1792, † 1843), die zusätzl. Beschleunigung, die ein bewegter Körper durch eine Drehbewegung des Beobachters gegenüber dem Bezugssystem des Körpers zu erfahren scheint. Sie äußert sich in einer Ablenkung von der Bewegungsrichtung. Der einfachste Fall ist die Bewegung eines Körpers über einer rotierenden Scheibe. Wenn er sich in radialer Richtung mit der Geschwindigkeit v bewegt und die Scheibe mit der Winkelgeschwindigkeit ω umläuft, ist die C.-B. gleich $2v\omega$. Die zugehörige Trägheitskraft der Größe $2v\omega m$ (m = Masse des Körpers) heißt *Coriolis-Kraft* (an der Ablenkung von Meeresströmungen, der Erosion der Flüsse und an Luftbewegungen beteiligt). Dreht sich die Scheibe entgegen dem Uhrzeigersinn, wird der Körper für den mitrotierenden Beobachter nach rechts abgelenkt, im anderen Falle nach links. An dem Auftreten der C.-B. auf der Erdoberfläche läßt sich die Erdrehung nachweisen.

Corticosteron, das am stärksten wirksame der zahlreichen Hormone der Nebennierenrinde (in ihrer Gesamtheit auch als *Cortin* bezeichnet), die, wie die Keimdrüsenhormone, Ketone der Sterinreihe sind. Das C. regelt den Kohlenhydratstoffwechsel der Muskeln; sein Fehlen hat abnorm gesteigerte Ermüdbarkeit (Adynamie) zur Folge. C. und die Nebennierenrinden-Präparate werden gegen Addisonische Krankheit verwendet und gegen Schwächezustände bei Infektionskrankheiten.

ACTH, Corticotropin, das adrenocorticotrope Hormon, → ACTH.

Cortisol, Hydrocortison, 17-Oxy-corticosteron, ein Steroid-Hormon der Nebennierenrinde, wirkt entzündungshemmend und durch Steigerung der Glykogensynthese anregend auf die Arbeitsleistung.

Cortison, 17-Hydroxy-11-dehydrocorticosteron, Nebennierenrinden-Hormon; wird zur Behandlung schwerer rheumatischer Zustände verwendet. Teilsynthese aus Desoxycholsäure möglich.

cos, cosec, Abkürzung für Kosinus und Kosekanten, → Winkelfunktionen.

cot, ctg, Abk. für Kotangens, → Winkelfunktionen.

Cotelé, gerippter Kleiderstoff in Hohlanschubbindung.

Cotton (engl.), Baumwolle, Kattun. *Cottonöl*, Baumwollsaamenöl.

Cottonmaschine, Flachwirkmaschine (COTTON, 1868) mit veränderlicher Maschenzahl zur Herstellung von Damenstrümpfen (C.-Strümpfe).

Cotton-Mouton-Effekt: Durch Ausrichtung magnetisch-polare Moleküle im magnet. Feld tritt erzwungene (künstl.) → Doppelbrechung des Lichtes auf.

Cottrell-Verfahren, elektrische Gasreinigung von Flugstaub (COTTRELL, 1906). Die Staubeilchen werden in einem starken elektr. Feld aufgeladen und setzen sich an Entladungselektroden ab.

Coulomb, Charles Augustin de, französ. Physiker, * 1736, † 1806. C. veröffentlichte außer ingenieurwissenschaftlichen Arbeiten (→ Erddruck) 1784 vor allem Untersuchungen über die Torsionselastizität, deren Ergebnisse ihm die Ausgestaltung der → Drehwaage zu einem quantitativen Meßgerät

gestatteten. Mit ihrer Hilfe fand er das *Coulombsche Gesetz*, ein grundlegendes Gesetz der Elektrizitätslehre und des Magnetismus. Zwei punktförmige, gleichnamige elektrische Ladungen (e_1, e_2) stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an. Die Kraft (K) nimmt mit dem Quadrat des Abstandes (r) ab

$K = \frac{e_1 e_2}{r^2}$ (entdeckt 1785). Die Proportionalitätskonstante f hängt von der Art des umgebenden Mediums ab. Wenn die Ladungen in absoluten Amperesekunden (= Coulomb) gemessen werden, ist im Vakuum $f_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ (ϵ_0 = absolute Dielektrizitätskonstante des leeren Raumes), allgemein $f = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ (ϵ = relative Dielektrizitätskonstante des Mediums). Neben dieser Definition von f_0 sind in anderen elektr. Maßsystemen noch weitere Festsetzungen gebräuchlich, z. B. im elektrostatischen Maßsystem $f_0 = 1$.

Für die Kraft zwischen Magnetpolen der Polstärke p_1 und p_2 gilt ein Gesetz derselben Form: $K = \frac{p_1 p_2}{4\pi\mu_0 \cdot r^2}$ (μ = relative Permeabilitätskonstante des Mediums, μ_0 = absolute Permeabilitätskonstante des Vakuums, Induktionskonstante). Nach C. ist die prakt. Einheit der Elektrizitätsmenge benannt: 1 *Coulomb*, abgek. 1 C, = 1 Amperesekunde, abgek. 1 As.

Coulombmeter, *Coulometer*, ein Gerät zur Bestimmung der Coulombzahl einer Ladungsmenge, die einen Stromkreis passiert. Gemessen werden abgelesene Niederschläge oder Gas Mengen in einer elektrol. Zelle.

Covellin, *Kupferindig*, hexagonales Mineral, CuS, blauschwarz, meist derb, Verwitterungsprodukt von Kupfersulfiden.

Covercoat, melierter Mantelstoff in Steilkörperbindung aus Kammwoll-, Streichwoll- oder Zellwollzwirnen.

Copper-Apparat, → Eisen.

Cp, chem. Zeichen für → Kassiopieum.

Cr, chem. Zeichen für → Chrom.

Cremonascher Kräfteplan, Verfahren zur graphischen Ermittlung der Stabkräfte in statisch bestimmten ebenen Stab- und Fachwerken, besteht im fortgesetzten geordneten Aufzeichnen der Kräftecke für jeden Knotenpunkt des Fachwerks.

Cretonne, leinwandbindiges Baumwollgewebe (gröbere Nesselqualität), als Wäschestoff, für Schürzen, Kittel, Möbelbezüge.

Crick, Francis Harry, brit. Genetiker, *1916, entwarf zusammen mit WATSON das *C.-Watson-Modell* vom Aufbau des DNS-Moleküls (→ Molekulargenetik). Nobelpreis 1962.

Cristobalit, Mineral, eine Modifikation der Kieselsäure SiO₂ (→ Quarz, Tridymit), kommt in Hohlräumen vulkan. Gesteine, z. B. bei San Cristobal in Mexiko, auf der Blauen Kuppe bei Eschwege und bei Niedermendig, und in Achaten vor und bildet sich beim Brennen von Silikasteinen und in Gläsern.

Crocin, gelber Farbstoff des Safrans, entsteht durch Veresterung des *Crocetins*, eines ziegelroten Karotinoids, mit Gentiobiose. Gemische aus Crocetinestern wirken bei den Gameten einzelliger Algen geschlechtsbestimmend (KUHN u. MOEWUS).

Crookesglas, Brillenglas, das durch Zusatz absorbierender Substanzen für ultrarote und ultraviolette Strahlen undurchlässig gemacht ist.

Crookesche Röhre, eine Entladungsröhre, in der die Änderung der Form einer → Gasentladung bei Verminderung des Druckes beobachtet werden kann.

Crossverfahren, BAUSTATIK: häufig angewendete Momentenausgleichsmethode zur Ermittlung der Knotenmenge von Durchlaufbalken, Rahmen u. a. hochgradig statisch unbestimmter Tragwerke.

Crotonaldehyd, CH₃-CH=CH-CHO, ein ungesättigter Aldehyd, entsteht aus Aldol durch Wasserabspaltung; Verwendung zur Herstellung von Antioxydantien, Lösungsmitteln, Vulkanisations-

beschleunigern. *Crotonsäure*, CH₃-CH=CH-COOH, eine ungesättigte organ. Säure.

Crotonöl, *Oleum Crotonis*, fettes Öl aus den Samen von *Croton Tigilium*, wirkt stark abführend und hautreizend.

Cs, chem. Zeichen für → Zäsium.

ctg, Abk. für Kotangens, → Winkelfunktionen.

Cu, chem. Zeichen für → Kupfer.

Culmannsche Kräftezerlegung, die Bestimmung dreier nicht durch denselben Punkt gehender, der Lage nach bekannter Kräfte, die einer gegebenen Kraft das Gleichgewicht halten.

Cuminöl, ätherisches Öl aus den Früchten des römischen Kümmels, *Cuminum cyminum*; Hauptbestandteil ist der *Cuminaldehyd*, ein para-Isopropylbenzaldehyd. C. ist sehr intensiv, riecht unverändert unangenehm, wird nur in geringsten Spuren verwendet.

Cupalblech, ein mit dünnerem Kupferblech als Deckschicht plattiertes Aluminiumblech für Reflektoren und elektrotechn. Zwecke.

Cupro, die auf Zellulosebasis nach dem Kupferoxidammoniakverfahren mit Naßverstreken hergestellten endlosen Chemiefäden (*Bemberg*, *Cupresa*) oder Spinnfasern (*Cuprama*).

Cuprit, → Rotkupfererz.

Curare, *Uvare*, *Curari*, ein südamerikan. pflanzl. Pfeilgift, wird aus der Rinde von *Strychnos toxifera* und *Chondodendrum tomentosum* im Gebiet des Amazonas und Orinoko gewonnen. Die wichtigsten Alkaloide des C. sind *C-Curarin* I, *C-Toxiferin* I und *d-Tubocurarin*. C. lähmt die Übertrittsstellen des Erregungsimpulses von den Endigungen der motor. Nerven auf die Fibrillen der quergestreiften Muskulatur.

Curie, Marie, geb. Sklodowska, poln. Chemikerin, * 1867, † 1934, entdeckte 1898 zus. mit ihrem Gatten *Pierre C.* (* 1859, † 1906) die radioaktiven Elemente Polonium und Radium; Radium stellte sie 1910 rein dar. Sie erhielt 1903 mit ihrem Gatten und BEQUEREL den Nobelpreis für Physik und 1911 allein den Nobelpreis für Chemie. Ihre Tochter ist Irène → Joliot.

E. CURIE: Madame C. Ihr Leben u. Wirken (1938).

Curie, abgek. Ci, Maßeinheit der radioaktiven Strahlung. Ursprüngl. (seit 1910) war 1 Ci diejenige Menge Radon (Radiumemanation), die mit 1 g Radium im radioaktiven Gleichgewicht steht. Heute (seit 1951) wird derjenigen Substanzmenge eines radioaktiven Körpers die Aktivitätseinheit 1 Ci zugeschrieben, von der genau $3,700 \cdot 10^{10}$ tps (Teilchen pro s) ausgehen. International nicht angenommen: 1 *Rutherford* (rd) = 10^6 tps. Daraus folgt: 1 mCi = $\frac{1}{1000}$ Ci = 37 rd, 1 rd = 0,027 mCi.

Curie-Punkt, *Curie-Temperatur*, die Temperatur, bei deren Überschreitung ferromagnet. oder ferroelektr. Material diese Eigenschaft verliert und sich paramagnetisch oder wie ein normales Dielektrikum verhält (→ Ferromagnetismus, → Ferroelektrikum). Im Unterschied zu den Ferromagnetika besitzen die Ferroelektrika auch einen unteren C.-P., unterhalb dessen sie sich dielektrisch normal verhalten.

Curisches Gesetz. In paramagnet. Körpern sind fertige magnet. Dipole vorhanden, die durch ein äußeres magnet. Feld ausgerichtet werden, soweit dem die ungeordnete Temperaturbewegung nicht entgegenwirkt. Mit wachsender Temperatur (T) nimmt also die Ausrichtbarkeit, die → Suszeptibilität (χ), ab. Es gilt angenähert das C. G.: $\chi T = \text{const.}$ (CURIE 1892), oder das *Curie-Weissche Gesetz*: $\chi(T - \theta) = \text{const.}$ für ferromagnetische Körper oberhalb des → Curie-Punktes θ .

Curtainwall-Methode, amerikan. Bezeichnung für Skelettbauweise mit nichttragendem *Curtain-wall-Blendwerk*, z. B. aus Asbestzement- oder Leichtbetonplatten, auch mit Verkleidung aus Leichtmetall.

Curium (zu Ehren von MARIE und PIERRE CURIE), Cm, chem. Element aus der Reihe der → Transurane, 1944 erstmals künstlich hergestellt; Ordnungszahl 96,

Massenzahlen bisher gewonnener Isotope: 238 bis 250. Curium besitzt nur eine dreiwertige, besonders stabile Oxydationsstufe. Es entsteht z. B. durch Beschuß von Plutonium $^{239}_{94}\text{Pu}$ mit energiereichen Alphaeteilchen oder durch den Betazerfall von Americium $^{242}_{95}\text{Am}$.

Cutter, Hackmaschine für die Wursterstellung, enthält rasch rotierende gekrümmte Messer.

Cuvelage, wasserdichte Schachtverschalung, aus eisernen Ringsegmenten zusammengesetzt und mit Dichtungen verschraubt.

Cyan, → Zyan.

Cyanit, richtiger **Kyanit**, → Disthen.

Cygnus, *Schwan*, Sternbild des nördl. Himmels.

Cystin, **Cystein**, → Zystin, → Zysteine.

Cytisin, das giftige Alkaloid der Blüten und

Früchte des Goldregens (*Cytisus laburnum*). C. ist chemisch verwandt mit dem Nikotin und wirkt ähnlich wie dieses. Seine Salze werden medizinisch gegen Asthma, Melancholie, Erbrechen angewandt. C. kann auch synthetisch hergestellt werden.

Cytochrome, wichtige eisenhaltige Hämiproteide, die als Atmungswirkstoff in allen Geweben zusammen mit gekoppelten anderen Systemen die stufenweise Ausnutzung des Sauerstoffs mit Hilfe eines spezifischen Enzyms, der *Cytochromoxydase*, bedingen. Medizinische Anwendung (Einspritzung) bei Schwächezuständen und Sauerstoffmangel.

Cytosin, 2-Oxy-4-aminopyrimidin, Derivat des → Pyrimidins, eine der vier Basen, die aneinandergereiht den genetischen Code im DNS-Molekül bilden (→ Molekulargenetik).

D

D, chem. Zeichen für → Deuterium. Vor Kurzzeichen für MASSEINHEITEN: 10.

d, MATHEMATIK: in Verbindung mit einer Veränderlichen Zeichen für ihr „Differential“ (→ Differentialrechnung). CHEMIE: vor chem. Verbindungen Zeichen für optisch rechtsdrehend (*dexter*). Vor Kurzzeichen für MASSEINHEITEN: $\frac{1}{10}$.

d, Abk. für Tag.

da, in Deutschland auch **D**, in Österreich **dk**, Abk. für → deka.

Dach, kommt vor als steiles, flachgeneigtes und flaches D. Ein Vollgeschoß mit *flachem D.* ist wirtschaftlicher als ein vollausgebauter Stildachraum.

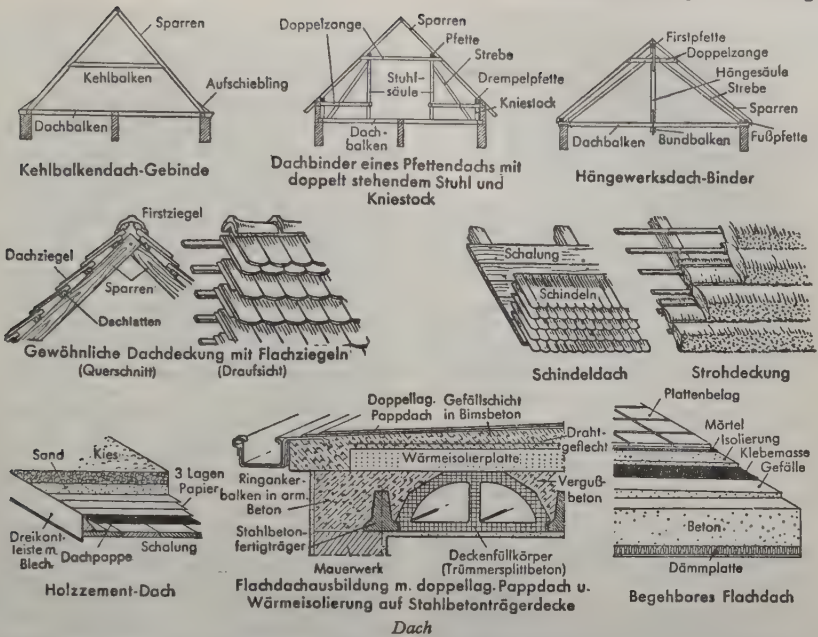
Die *Traufkante* bildet die untere, der *First* die obere Abschlussskante einer *D.-Fläche*. Der Zusammenstoß zweier *D.-Flächen* heißt bei der einspringenden Ecke *Kehle*, bei der ausspringenden *Grat*. Die Schnittlinie eines Giebels mit der begrenzenden Dachfläche heißt *Ort*.

D.-Konstruktionen: Die *D.-Haut* (Eindeckung mit Latten) wird von der *D.-Konstruktion* getragen. Hauptarten: 1) *Sparrendach*: Hierbei bilden 2 *Sparren* mit einem Deckenbalken ein unverschiebliches Dreiecksgebilde, die wiederum untereinander durch *Windrispen* (Latten, Bretter) verbunden sind. Größere Dächer mit Sparrenlängen über 4,50 m erhalten zur gegenseitigen Sparrenaussteifung *Kehlbalken* (*Kehlbalkendach*), die meist zur Deckenausbildung herangezogen werden. Ist das dann noch verbleibende Sparrenende länger als 3,50 m, so wird eine zweite Aussteifung, die *Hahnenbalkenlage* notwendig. Das Vorholz zwischen Balkenende und Sparren dient zur Aufnahme der Scherkräfte (Verhinderung des Ausweichens der Sparren) und des *Aufschiebings*, eine Eigentümlichkeit des Sparren- und Kehlbalken-D. Die zimmermannsmäßigen Holzverbindungen werden heute oft durch Nagelverbindungen mit Brettlaschen ersetzt.

DECKUNGSTYP (DACHHAUT)	GERINGSTE DACHNEIGUNG
Strohdach	50–60°
Reddach (Rohrdach)	50°
Schindeldach	18°
Schieferdach	30°
Flachziegel- (Biberschwanz-) Dach:	
Spießdach	45°
Doppeldach	30°
Kronendach	30°
Krempziegeldach, Pfannendach	40°
Mönch- und Nonnendach	35°
Flachdachpfanne	10–18°
Papdach, Kiespreßdach	2°
Holzstempelndach, begehbare Dächer	2°
Kunstschieferplatten (Asbestzement)	30°
Wellasbestzement	6°
Metalldächer:	
Zink, Kupfer, Aluminium	jede Neigung
Blei	nur flach.

2) *Pfettendach*: Hier liegen die Sparren auf Hölzern, den *Pfetten*, auch *Rähme* genannt, die von einem Gerüst, dem *D.-Stuhl* getragen werden, der wiederum sich aus den *D.-Bindern* zusammensetzt. Die Binder, aus *Stuhlsäulen* (*Stiele*), *Streben* und *Zangen* (zur Dreieckverbindung; meist 2 Bohlen = Doppelzange, mit Sparren und Stiel verbolzt) bestehend, sind über die Pfetten zu den Stielen durch *Kopfbänder* (*Kopfstreben*) zum standfesten Stuhl verbunden. Der *Bindersparren* soll möglichst vom Fußpunkt bis First durchgehen; die dazwischenliegenden Leersparren (Leergebinde, Leergespärre) sind meist nur von Pfette zu Pfette lang und liegen im Abstand von 80–90 cm. *Grat-* und *Kehlsparren* erhalten, da sie die anschließenden Sparrenenden, die *Schifter*, tragen, zur Unterstützung schrägliegende Bockstreben mit Doppelzangen als Dreiecksverband. Am Fußpunkt nimmt eine *Schwelle*, die *Fußpfette*, die Sparren auf. Je nach Bindergröße werden *Firstpfetten* oder *Mittelpfetten* oder auch beide angeordnet. Soll die Dachlast ausschließlich auf die Außenwände übertragen werden, müssen Spannriegel unterhalb der Mittelpfetten, von Stiel zu Stiel spannend, angeordnet werden. Sind keine lasttragenden Zwischenwände vorhanden, dann ist dazu der *Binderbalken* an die Stiele anzuhängen (*Hängewerk*), der dann als *Unterzug* die Balkenlage aufnehmen kann; einfache Hängewerke bis 8 m, doppelte bis 12 m, dreifache für größere Spannweiten. Auch durch Schräganordnung der Stiele (*liegender Stuhl*) lassen sich die Dachlasten auf das Außenmauerwerk übertragen (mehrfreier D.-Raum). Durch Zugbänder aus Holz oder Stahl mit Spannschloßanordnung zum Nachspannen wird das Auseinanderstreben der Konstruktion verhindert. Große Spannweiten (Fabrikhallen) werden durch Fachwerkbinder, Vollwandbinder (in Leim- oder Nagelkonstruktion), Bohlenbinder, Brettbinder (enge Teilung) und Spezialkonstruktionen überdeckt.

Bes. leichte D.-Konstruktionen werden durch *D.-Eindeckung* mit Wellasbestzement-Schieferplatten ermöglicht, die auf Eisen- und Holzpfetten befestigt werden. *Teerpapp-D.* haben keine lange Lebensdauer; besser sind Deckungen mit teerfreier Pappe (Asphaltbitumenpappe), in mehreren Lagen geklebt und fein besandet. Beim *Holzstempel-D.*, das auf Schalung, wie auf Massivdecken ausgeführt werden kann, werden auf eine Lage *D.-Pappe* und drei Lagen mit Holzementmasse (Steinkohlenteer, Asphalt, Schwefel) geklebtes Holzementpapier, eine Schicht Sand und eine Schicht grober Kies aufgebracht (zus. 10 cm). Auch schweißbare Kunststoffe werden statt Pappe verwendet, ebenso Aluminium- oder Kupferschichten, beiderseits mit bituminösen Deckschichten versehen. – Für *begehbare D.* wird auf einer Massivdecke eine Sperrschicht hergestellt, darauf bis 5 cm starke Platten aufbetoniert, die durch mit Bitumen ausgegossene Dehnungsfugen in Felder geteilt werden. Zur Verringerung der Rissegefahr



Dach

werden Baustahlmatten oder Rabitzgewebe im Beton eingelegt.

Dachdeckerwerkzeuge. Werkzeuge bei der Ziegeldeckung: *Lattenlehre* zum Einhalten der Lattenentfernung, *Lattenbeil* mit einer Kerbe zum Ausziehen der Nägel, *Dachhammer* mit einer Spitze und Schneide zum Zuhauen der Dachsteine, *Mörtelkelle* und *Fugenstreichkelle*. *Schieferdeckung*: *Schieferdeckerhammer* zum Behauen der Schieferplatten, Schlagen der Nagellöcher und zum Festnageln der Platten, *Haubrücke* und *Klammer* als Unterlage beim Behauen der Platten, *Schieferschere* zum Zurichten oder Beschneiden der Platten, *Dach- oder Deckstuhl* zum Lagern der Schieferplatten und der Werkzeuge. *Pappdeckung*: *Kessel* zum Erwärmen der Dachklebemasse, *Streichbürsten* u. a.

Dachgaube, *Dachgaube*, ein Dachfenster, das durch Anheben der Dachhaut gebildet ist. *Fledermausgauben* sind nur möglich bei anschießenden Dachdeckungen, wie Stroh, Biberschwänzen, Schiefer oder Metall. Bei anderem Deckungsmaterial werden *Schleppgauben* angeordnet.

Dachlack, ein wasserdichter Papp- und Metalldachanstrich aus Benzol oder Benzin gelöstem Asphalt, Stearinpech, Wollfett und einem Erdfarbzusatz.

Dachpappe, Bahnen aus Rohpappe oder Wollfilzpappe, seltener Gewebe, die mit heißem Steinkohlenteer-Weichpech (*Teerpappe*) oder mit heißem Bitumen (*Bitumenpappe*) getränkt werden und dazu eine beiderseitige Teer- oder Bitumendeckschicht erhalten. DIN 52117–52140.

Dachreiter, Glockentürmchen, die auf dem Dach aufsitzen; vielfach im Kirchenbau üblich.

Dachrinne fängt das Regenwasser auf und leitet es in die Regenabfallrohre weiter. *Vorgehängte Rinnen*, halbrund oder als eckige *Kastenrinnen*, werden durch Rinneneisen getragen. Kastenrinnen werden häufig als *aufgelegte Rinnen* (auf Gesimsen) mit untergelegter Blechabdeckung hergestellt.

Dachsteine, mit Zement (*Beton-D.*) und anderen Bindemitteln gebundene Steine zur Dachdeckung; auch gebrannte → *Dachziegel*.

Dachziegel, zur schuppenartigen Eindeckung

von Steildächern werden aus Ton oder tonigen Massen geformt und gebrannt.

Flachziegel sind a) *Biberschwänze*, auch Ochsenzungen, Dachtaschen, Zungenziegel, Brettziegel, Dachplatten genannt, mit den Fußformen Segment-schnitt, gerader Schnitt mit gebrochenen Ecken, Halbkreisschnitt, Gotischer Schnitt, verschiedenen Spitzformen, sowie mit glatter, gerillter oder geriefter Oberfläche. Der konische, vom Kopf zum Fuß sich verjüngende Schwenkziegel dient zur Eindeckung ausgederter Dachkehlen, ein von unten nach oben sich verjüngender zur Eindeckung von Kegeldächern. b) *Schwalbenschwanzziegel* mit schwalbenschwanzförmigem Schnitt des Fußendes und Einkerbung zur Regenwasserführung. c) *Turmziegel*, Schuppenziegel, in kleiner Biberschwanzform, auch als kleine Falzziegel hergestellt.

Hohlziegel mit stark gekrümmten Flächen sind a) *Mönch- und Nonnenziegel*, der erste auch Deckziegel oder Preiße, der zweite auch Rinnenziegel oder Haken genannt; b) *Hohlpfanne*, Dachpfanne, holländische Pfanne, S-Pfanne, Pfanne mit S-förmig gekrümmter Oberfläche und rechts- oder linksseitigem Wulst – *Rechts- und Linkspfannen* – sowie beiderseitigem Wulst als Ort- (Giebelabschluß-)ziegel: *Doppelkrempe*. Die *Klaupenpfanne* als besondere Art gibt einen klauenförmigen Seitenschluß, der mit Glasfaserstreifen gedichtet wird; c) *Krempziegel*, Blattziegel, Breitziegel, Krampziegel, mit konisch geformter Krempe; d) *First- und Gratziegel*, Dachkenner, Forstziegel, Walzziegel, Schrenkziegel, in verschiedenen Formen, z. B. Firstentlüftungsziegel, zur Eindeckung der Firste und Grate für Biberschwanzdächer.

Falzziegel sind eben oder gekrümmt mit Falzen an den Seiten oder an Kopf und Seiten. Formen: *Falzplatte*, glatte Oberfläche, doppelte Kopf- und Seitenfalze, Größe 335/200 mm; *Flachdachpfanne*, in Hohlpannenform mit doppelten Kopf- und Seitenfalzen; *Flachdachziegel*, schwach gewölbt, und *Flachpfanne* in Hohlpannenart, durch spezielle Formen für Dachneigungen bis 20° geeignet; *Muldenfalzziegel* mit zwei muldenförmigen Längsver-tiefungen, doppelten Kopf- und Seitenfalzen; *Sied-*

Daguerreotypie – Dampf

lungsfalzziegel mit geringer Muldenvertiefung und einfachem Kopffalz; *Klosterpfanne* in Form eines kombinierten Mönch-Nonnen-Ziegels, mit doppelten Kopf- und Seitenfalzen; *Hohlstrangfalzziegel* mit zahlreichen Längslöchern.

Sonderformen sind *Firstanschlußziegel*, *Gaubenziegel*, je nach Zweck Dachlüfter, Dachgaube, Gaube, Haubenziegel, Kaff- oder Kappziegel, Lutzenziegel genannt, *Ortziegel*, *Traufziegel*, *Kehlziegel* und *Rinnenkehlziegel*.

DIN 453, 454, 456, 52250.

Daguerreotypie, ältestes, praktisch verwendetes Verfahren zur Herstellung von Photographien, das von DAGUERRE 1837 erfunden wurde. Eine Silberplatte wurde Joddämpfen ausgesetzt, in der Kamera belichtet und mit Quecksilberdämpfen entwickelt; Betrachtung in Aufsicht.

Daimler, Gottlieb, *1834, †1900, Ingenieur, neben BENZ der Schöpfer des neuzeitl. Kraftwagens, entwickelte 1883/85 mit MAYBACH den schnelllaufenden Verbrennungsmotor. Der erste Wagen hatte eine Geschwindigkeit von 18 km/h. 1890 wurde die *Daimler-Motoren-Ges.* in Cannstatt gegründet (TAFEL Naturforscher und Erfinder).

Dalbe, *Dückdalbe*, ein Bündel aus Pfählen, die in den Boden gerammt sind. *Führungs-D.* begrenzen das Fahrwasser, *Schutz-D.* halten die Schiffe von den dahinterliegenden, gegen Schiffsstöße empfindlichen Bauwerken fern. Heute meist aus Stahlpfählen oder als Stahlspundwandkasten erbaut.

D'Alembertsches Prinzip: Das statische Gleichgewicht eines der Einwirkung von Kräften unterworfenen Systems von Massen ist dadurch gekennzeichnet, daß kleine, mit den Nebenbedingungen (Führungen, Lager u. a.) verträgliche Verschiebungen der Massen ohne Arbeitsaufwand möglich sind (*Prinzip der virtuellen Arbeit*). Das D'A. P. ordnet das dynamische Gleichgewicht diesem Prinzip dadurch unter, daß die Trägheitswiderstände (Produkte aus Massen und Beschleunigungen) formal wie äußere Kräfte behandelt werden.

Dalton, John, engl. Chemiker, *1766, †1844, fand 1802 das nach ihm benannte Gesetz über den Gesamtdruck von Gasgemischen und 1807 das Gesetz der multiplen Proportionen.

Daltonsches Gesetz: In einem Gasgemisch übt ein jedes der Gase den Druck aus, den es haben würde, wenn es für sich allein den ganzen Raum erfüllte; dieser Druck heißt *Partialdruck*. Der Gesamtdruck des ganzen Gasgemisches ist gleich der Summe der einzelnen Partialdrücke.

Damast, großfiguriertes Jacquardgewebe (*Streifen-, Würfel- und Blumen-D.*) mit mehrfach abgestuften Musterkonturen.

damaszieren, besonders in der Stahlverarbeitung angewandtes Verfahren zur Erzielung einer linearen, meist geschwungenen Zeichnung und zur Steigerung der Festigkeit und Zähigkeit des Werkstückes (*Damaszierer Klingen*). Dünne Vierkantstäbe verschiedener Dicke und Drähte aus weichem und hartem Stahl werden mehrfach übereinandergelegt, verschweißt, schraubenförmig verwunden und durch Hämmern zu neuen Stäben gestreckt; dieser Vorgang wird öfter wiederholt. Die Berührungslinien der Stahlschichten ergeben das Muster.

Damm, aufgeschütteter Erdkörper, hergestellt durch Auftrag waagerechter Schichten (*Lagenschüttung*), durch absatzweisen Auftrag schräger Seitenschichten (*Seitenschüttung*) oder durch Schüttung in D.-Längsrichtung von voller D.-Höhe aus (*Kopfschüttung*). Für große D. werden Feldbahnen, neuerdings meist gleislose Spezialmotorfahrzeuge, bei Kopfschüttung auch feste Schüttgerüste verwendet. D. dienen zur Überführung von Straßen, Eisenbahnen, Schiffsahrts- und Kraftwerkskanälen über Täler, als → Deiche zum Schutz von Siedlungen und Ländereien gegen Überflutungen, als → Tal-sperrern zur Errichtung von Wasserspeichern, als *Fangedämme* (Erde oder Beton zwischen Spundwänden) zum Schutz von Baugruben im ständig oder bei Hochwasser überströmten Bereich eines Wasserlaufes.

Dammar, auf Südseeinseln von Bäumen der Familie der Dipterokarpaceen als pathologischer Harzfluß gewonnenes hartes, in den guten Handelsqualitäten fast farbloses Harz, das zur Herstellung sehr heller Lacke dient.

Dämmerung, Helligkeit vor Sonnenaufgang und nach Sonnenuntergang, hervorgerufen durch Streuung des Sonnenlichts an Schwebeteilchen der Atmosphäre und an den Luftmolekülen. Die *astronom. D.* dauert von Sonnenuntergang bis Sichtbarwerden der Sterne oder vom Verlassen der Sterne bis Sonnenaufgang; Tiefstand der Sonne dabei bis 18° unter dem Horizont. *D.-Effekt*, → Nachteffekt.

Dämmstoffe werden in Matten-, Platten- oder anderer Form für Wärme- und Kälte- oder Schallschutzzwecke verwendet. *Dämmatten*, *Isoliermatten*, *Isoliermatratzen* bestehen aus ein- oder zweilagigen, meist imprägnierten Papierbahnen mit auf- oder dazwischengebrachten Isolierstoffen, wie Glas-, Schlacken- oder Asbestwolle, Seegras, Holzwolle u. a., aus Bitumenfilzpappen mit ein- oder beiderseitiger Korkabstreuerung, aus Bitumenfilz und aus Stroh, Schilf u. dgl., das meist durch verzinkte Drähte zu Matten verbunden ist. *Dämmplatten*, *Isolierplatten*, bestehen aus Leichtbeton, Kork, Stroh, Torf, Kieselgur, aus Filz mit bituminösen Stoffen gebunden, aus aufbereiteten und verpreßten z. T. mit Bindemitteln gebundenen Faserstoffen und Fasermaterial aller Art, z. B. Holzfaserisolerplatten, Leichtbauplatten, aus imprägnierten Wellpappen- und Gewebeschnitten, aus Kunstharzstoffen. Weitere D. sind Steine aus Leichtbeton, Kieselgur, Kork, Glas (-Hohlsteine) u. a. Als lose Füllstoffe werden verwendet: Kieselgur, Torfmuß, Korkschat, Holz-, Glas- und Schlackenwolle, trockener Sand u. a., in Verbindung mit Luftschichten isolate und gekniterte Aluminiumfolien (→ Alfol-Isolierung).

Beim Wärme- und Kälteschutz sollen die *Wärme-D.* den – mit der Temperaturdifferenz wachsenden – Wärmedurchgang hemmen.

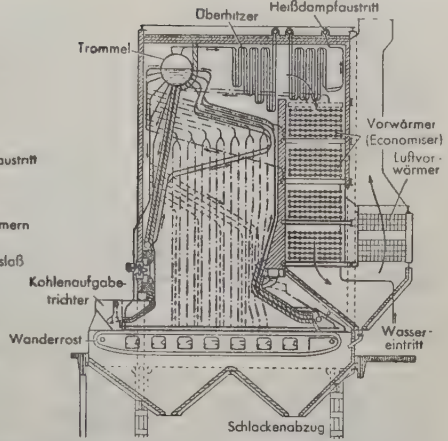
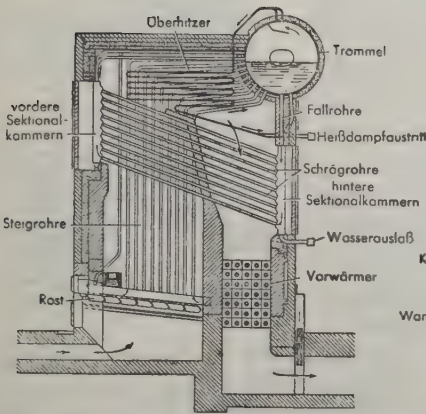
Schall-D. dienen zur Herstellung erträglicher Schallverhältnisse durch bauliche Maßnahmen. Jeder Stoff wirkt um so mehr als D., je mehr sein Schallwellenwiderstand (Produkt aus Dichte und Schallgeschwindigkeit) von dem des angrenzenden Stoffes abweicht.

W. ZELLER: Techn. Lärmabwehr (1950).

Dampf, ein im gasförmigen Aggregatzustand befindlicher Stoff, wenn die Gasphase sich im thermodynamischen Gleichgewicht mit der festen oder flüssigen Phase befindet. D. ist als Gas unsichtbar. Was man gemeinhin als D. bezeichnet (Wasserdämpfe), ist kein D., sondern feinstverteiltes, tropfbar-flüssiges Wasser (Nebel). – Steht eine Flüssigkeit mit einem aus ihr durch Verdampfen entstandenen Gas in Berührung, so werden die Moleküle zwischen Gas und Flüssigkeit dauernd ausgetauscht. Ändert sich dadurch bei konstanthaltener Temperatur im geschlossenen Raum das Mengenverhältnis von Gas und Bodenkörper nicht mehr, so ist das dynamische Gleichgewicht erreicht, d. h. der Raum über der Flüssigkeit hat die größte mögliche Menge Gas aufgenommen; Über der Flüssigkeit steht *gesättigter D.*, *Satt-D.*

Gasdichte, hier *D.-Dichte* in g/cm³ oder kg/m³, und Gasdruck, hier *D.-Druck*, hängen allein und stark von der Temperatur ab. Der D.-Druck wird mit dem Manometer gemessen. *Dampfdruckkurven* oder *-tabellen* veranschaulichen den Zusammenhang zwischen Temperatur und D.-Druck. *Überhitzer D.*, *Heiß-D.*, entsteht aus gesättigtem D. durch Temperaturerhöhung, wenn die Nachlieferung von D. aus der Flüssigkeit verhindert wird. Die Dichte des Heiß-D. ist kleiner als die Dichte eines Sattdampfes der gleichen Temperatur. Wird Sattdampf abgekühlt, z. B. durch Volumenvergrößerung, so kann er für kurze Zeit einen *übersättigten Zustand* annehmen, sofern Kondensationskerne fehlen (→ Kondensation).

Will man einen Stoff in den D.-Zustand überführen, so muß man ihm die *Verdampfungswärme* zuführen. Sie beträgt für Wasser bei 0° C 597,2 cal/g,



Dampfkessel: links Schrägröhrkessel, Zweizugkessel, mit handbeschicktem Planrost; aus dem Vorwärmer gelangt das Wasser unmittelbar in die Trommel (Steinmüller); rechts Steilröhrkessel mit Wanderrostfeuerungs- Steigrohre —, Fallrohre — (Borsig).

bei 100°C 538,9 cal/g. Die Verdampfungswärme wird teils verbraucht zur Überwindung der molekularen Anziehungskräfte (innere oder latente Verdampfungswärme), teils für die äußere Arbeit der Expansion vom Flüssigkeitsvolumen auf das D.-Volumen (äußere Verdampfungswärme).

Dampfdom, kuppelförm. Aufbau auf Dampfkesseln, in dem der erzeugte Dampf sich sammelt und mitgerissene Wassertropfen sich abscheiden.

dämpfen, 1) **TECHNOLOGIE:** die Behandlung der verschiedenartigen Stoffe mit Wasserdampf. Gedämpft wird z.B. HOLZ, zur Konservierung, zum Biegen und zur Vorbereitung für die Holzschliffherstellung. **TEXTILIEN** aller Art werden zur Steigerung der Feuchtigkeit gedämpft, zur Vermeidung der Kringelbildung bei Garnen, zur Beeinflussung von Glanz und Griff bei Fertigwaren, in Druckereien zur Entwicklung und Fixierung der Druckfarben. Der dazu benutzte **Schnelldämpfer** besteht aus einem bis auf die Ein- und Austrittsöffnung geschlossenen Dämpfkasten mit Leitwalzen zur Aufnahme der Gewebbahn. Die Ware geht kontinuierlich durch den Dämpfapparat, wobei die Zeit der Dampfeinwirkung durch die Geschwindigkeit der Antriebsvorrichtung reguliert wird.

2) **METALLURGIE:** Hochöfen vorübergehend stillsetzen.

3) **PHYSIK:** → Dämpfung.

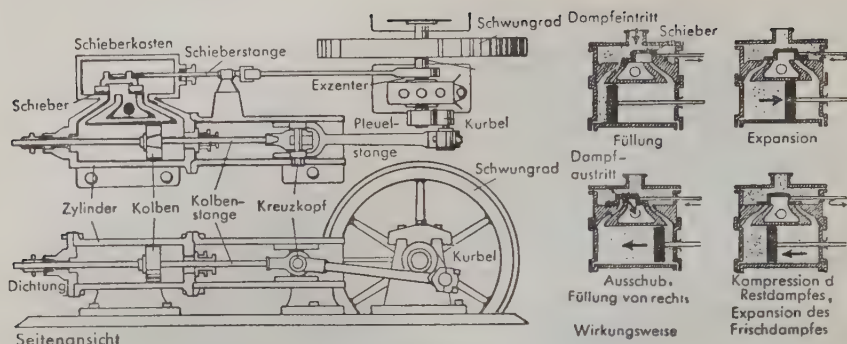
Dampfer, Kurzform für Dampfschiff.

Dampfhammer, → Maschinenhammer.

Dampfheizung, → Heizung.

Dampfkessel, Vorrichtung zur Erzeugung von Dampf. Eine neuzeitliche D.-Anlage besteht aus → Feuerung, Verdampfer, Überhitzer, Vorwärmer für Speisewasser und Verbrennungsluft, Wasseraufbereitungsanlage sowie Einrichtungen zur Lagerung und Zuführung der Brennstoffe und Abführung der Verbrennungsrückstände. — Bei der Verdampfungsanlage unterscheidet man zwei Hauptgruppen: **Rauchrohrkessel** (Rauchgase im Rohr, Wasser außerhalb) und **Wasserröhrkessel** (Wasser im Rohr, Heizgase außerhalb). **Flammrohrkessel:** im Kessel liegt in Richtung der Längsachse ein großes, vorn und hinten offenes, wasserumspültes, gewelltes Rohr (Flammrohr), auch zwei oder drei Rohre, in denen der Rost liegt (bei minderwert. Brennstoff Vorfeuerung). **Rauchröhrenkessel:** der Kessel ist im Innern von zahlreichen Röhren (Heiz- oder Rauchröhren) durchzogen, in denen die Verbrennungsgase strömen; sie geben hierbei ihre Wärme an das die Röhren umgebende Wasser ab. Anwendung: Loko-

motiv- und Lokomobilbau. Wasserröhrkessel bestehen in Form der **Schrägröhrkessel** aus einer waagerechten Obertrommel, unter der sich ein Bündel schrägverlegter Wasserrohre befindet. Beide Teile sind durch Wasserkammern miteinander verbunden. In den Wasserrohren, die von den heißen Verbrennungsgasen bestrichen werden, kommt das Wasser zum Sieden, steigt in der vorderen Wasserkammer zur Obertrommel empor, gibt hier den Dampf ab und fällt in der hinteren Wasserkammer in das Rohrbündel zurück. **Steilröhrkessel**, die andere Art der Wasserröhrkessel, bestehen meist aus zwei Obertrommeln und einer oder zwei Untertrommeln, zwischen denen die Wasserrohre steil angeordnet sind. Das Wasser steigt hier in dem vorderen, stark beheizten und meist schräg angelegten Rohrbündel nach oben zur vorderen Obertrommel, gibt hier Dampf ab, strömt in die hintere Obertrommel über und fällt durch das senkrechte, schwach beheizte Rohrbündel in die Untertrommel zurück. **Strahlungskessel** sind Wasserröhrkessel, bei denen neben der Berührungswärme besonders die Strahlung der Verbrennungsgase ausgenutzt wird. Zu diesem Zweck sind an den Innenwänden des Feuerungsraums senkr. Wasserrohre angebracht, die außerdem die Schamotteziegel vor dem Sintern bewahren. Normale Dampfkessel haben 12–20 at Dampfspannung, **Höchstdruckkessel** erzeugen Dampf von höchster Spannung (100–350 at); sie unterscheiden sich von den gewöhnl. Schräg- oder Steilröhrkesseln nur durch die außerordentl. dicken, meist aus einem Stück geschmiedeten oder geschweißten, engeren Trommeln oder haben keine Trommeln mehr. Sonderbauten: **Benson-Kessel**, **Sulzer Kessel** (Zwangsdurchlauf, ohne Trommeln), **Velox-Kessel** (hohe Rauchgasegeschwindigkeit, Feuerungsraum unter Überdruck), **Schmidt-Hartmann-Kessel** (mittelbare Dampferzeugung), **La Mont-Kessel** (Zwangsumlauf). — Im **Überhitzer**, einem System von Rohrschlangen, wird der Dampf durch die Rauchgase nachgetrocknet und bei konstantem Druck über Siedetemperatur erwärmt. — **Wärme** wirtschaftlich unbedingt zu fordern ist als Zubehör zum Kessel: **Speisewasservorwärmung** und **Verbrennungsluftvorwärmung** zur möglichst ergiebigen Ausnutzung der mit erheblich hohen Temperaturen abziehenden Rauchgase oder auch Speisewasservorwärmung mittels Anzugsdampf aus Niederdruckstufen der Dampfmaschinen- oder Turbinenanlage. — Bau und Betrieb von D. wird vom Gesetzgeber kontrolliert (TÜV = Techn. Überwachungsvereine; früher: Dampfkesselrevisionsvereine). Als wichtige Ausrüstungstücke sind vorgeschrieben: Wasser-



Dampfmaschinen

standsglas, Manometer und zwei voneinander unabhängige Sicherheitsventile.

LEDINEGG: Dampferzeugung (1952); F. MÜNZINGER: Dampfkraft (⁴1962); A. ZINZEN: Dampfkessel u. Feuerungen (²1957).

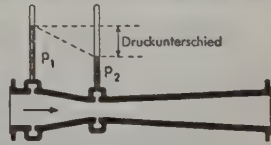
Dampfkochtopf, Schnellkochtopf, hat fest verschraubbaren Deckel, so daß die Speisen bei höherer Temperatur und unter regelbarem, bestimmtem Dampfüberdruck (meist 1 atü entspr. 120° C) bei sehr guter Erhaltung des Nährwertes und der Aromastoffe bedeutend schneller gar werden als im gewöhnl. Kochtopf. Ein Sicherheitsventil verhindert ein zu starkes Ansteigen des Dampfdruckes.

Dampfmaschine, eine Wärmekraftmaschine, die Wärmeenergie in Druckenergie und diese in mechan. Arbeit umwandelt. Wirkungsweise: der Dampf tritt aus dem Kessel durch die Dampfleitung in den Zylinder und drückt einen Kolben von einem Zylinderende zum anderen (Totpunkte des Kolbenhubes); am Ende des Kolbenweges wird, durch eine Steuerung bewirkt, neuer Dampf auf die andere Kolbenseite geleitet, der den Kolben wieder zurückdrückt (*doppeltwirkende D.*). Die hin- und hergehende Bewegung wird durch einen Kurbeltrieb in eine drehende Bewegung der Schwungrad- oder Kurbelwelle umgewandelt. Das Schwungrad gleicht die beim Hin- und Hergang stark wechselnden Kräfte aus, hilft die Totpunkte überwinden und sorgt für ein gleichmäßiges Drehmoment. Die Steuerung des Dampfzutritts auf die eine oder andere Kolbenseite geschieht durch Schieber oder Ventile (*Schieber- und Ventil-D.*). Der Muschelschieber (nur bei Naß-D.) ist eine muschelförm. Platte, die die Dampftrittskanäle des Zylinders öffnet oder schließt. Bei Heiß-D. treten an Stelle des Muschelschiebers Kolbenschieber oder Ventile. Schieber werden von der Kurbelwelle aus durch Exzenter hin- und herbewegt. Die Ventilsteuerung hat getrennte Ventile für Ein- und Ausströmung, die durch Schwinghebelübertragung von einer Steuerwelle aus betätigt werden; besondere Umsteuerung (Kulissensteuerung) ist notwendig, wenn die D. in beiden Drehrichtungen arbeiten soll; Regelung der Steuerung von Hand oder durch Flichkraftregler. — Bei Auspuff-D. strömt der Dampf nach Verrichtung der Arbeit unmittelbar ins Freie, bei *Kondensationsmaschinen* in einen Kondensator, wo er durch Wasserkühlung im Unterdruckgebiet kondensiert und dadurch stärker entspannt werden kann. — In *Voll-druck-D.* arbeitet der Dampf dauernd mit voller Kesselspannung (kräftiger Durchzug, aber hoher Dampfverbrauch, Anwendung nur bei kleinen Maschinen), in *Expansions-D.* nur während eines kleinen Teils des Hubes mit vollem Druck (weiterer Hub durch Ausdehnungskraft, geringer Dampfverbrauch). Dampfdehnung kann durchgeführt werden nur in einem Zylinder (einstufig) oder in mehreren (mehrstufig). Wichtigste Art ist die *Verbund-D.*: der Dampf tritt in den Hochdruckzylinder, wird dort auf mittl. Druck entspannt, strömt von da in

Niederdruckzylinder, wo er sich ganz entspannt; die Zylinder wirken auf die gleiche Kurbelwelle (*Compound-Maschine*). Vorteil: kleinere Verluste Dampfersparnis. *Zweilings- (Drillings-) D.* sind D. mit 2 (3) nebeneinanderliegenden Zylindern mit einstufiger Dampfdehnung. Heiß-D. arbeiten mit Temperaturen von 350 bis 450°C. *Langsamläufer* haben 80 bis 150 U/min, *Schnellläufer* 200–1000. Der Frischdampfdruck beträgt bei älteren D. 8–20 atü, bei Hochdruck-D. bis 120 atü; der Wirkungsgrad steigt (Dampfverbrauch sinkt) mit steigendem Druck und steigender Überhitzungstemperatur. Er beträgt bei älteren D. 8–11 %, bei neueren Heißdampf-Kondensations-D. 20–25 %. Erfinder der prakt. brauchbaren D. ist J. WATT (1796).

KEDENBURG-LOCHMANN: Dampfkolbenmaschinen (1961).

Dampfmes-
ser, Gerät zum
Messen des
Dampfverbrauchs
von Maschinen.



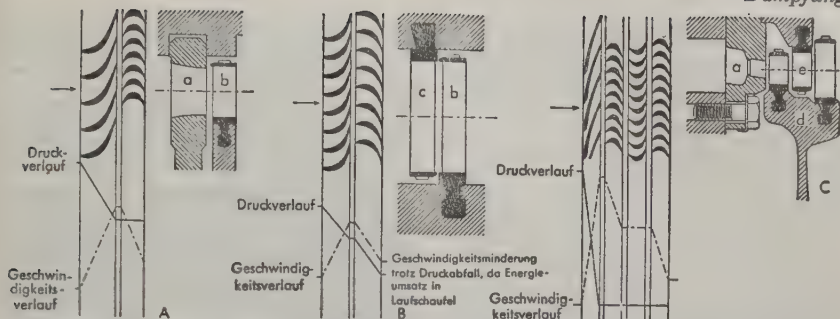
Dampfmesser: schematische Darstellung der Wirkungsweise eines Venturirohres als Dampfmesser; p_1 Druck des Dampfes beim Eintritt, p_2 Druck des Dampfes an der Einschnürung.

strömende Dampfmenge bestimmt wird, oder *Schwimmermesser*, bei denen der Dampf einen Schwimmer anhebt und je nach der Höhe des Schwimmers die entsprechende Dampfmenge an einer Skala angezeigt wird.

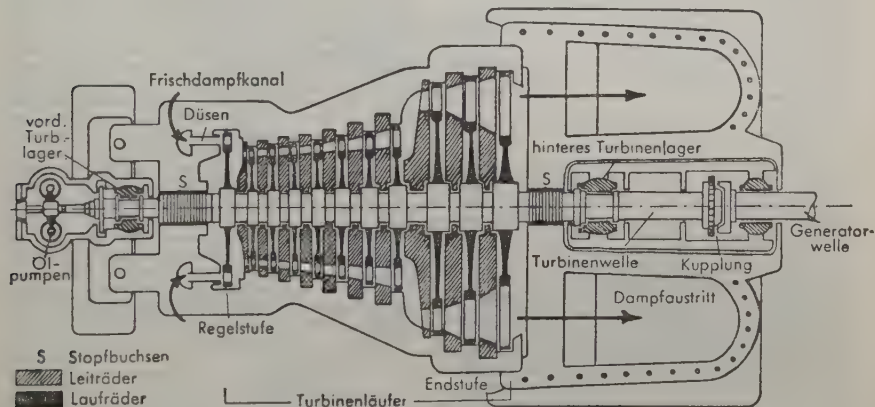
Dampfpfiffe, durch Dampf- oder Druckluft betriebene Pfeife, z. B. an Lokomotiven, auf Schiffen. Durch einen Spalt strömt der Dampf (Druckluft) mit großer Geschwindigkeit gegen den scharfen Rand eines Rohres oder einer Glocke, die dadurch nach Art der Lippenpfeifen (→ Pfeifen) zum Tönen gebracht wird.

Dampfschiff, ein ausschließl. oder hauptsächlich durch eine oder mehrere Dampfmaschinen (Kolbenmaschinen oder Dampfturbinen) angetriebenes Schiff.

Dampfpeicher, → Wärmespeicher.
Dampfturbine, Wärmekraftmaschine, die die Dampfspannung in kinetische Energie und diese direkt in Rotationsenergie umwandelt. Wirkungsweise: in der Gleichdruck- oder Aktions-D. wird der Dampf in feststehenden Leiträdern in mehreren Druckstufen entspannt und dadurch auf hohe Geschwindigkeit gebracht, trifft dann auf den *Läufer* aus einem oder mehreren Laufrädern und treibt diesen durch den durch die Ablenkung an den stetig gekrümmten Laufschaukeln entstehenden Druck gleichförmig um. Leit- und Laufräder sind



Dampfmaschine 1: Schema, Druck und Geschwindigkeitsverlauf in einer Gleichdruckstufe (A), einer Überdruckstufe (B) und einer Curtisstufe (C); a Düse, b Laufschaufel, c Leitschaufel, d zweikränziges Laufwerk, e Umkehrschaufel.



Dampfmaschine 2: Aufsicht (schematischer Schnitt)

abwechselnd angeordnet. Nach Verlassen der letzten Laufradstufe wird der Dampf entweder einem Kondensator zugeführt oder für Heiz-, Koch- u. a. Zwecke verwendet. Das Leitrad-Prinzip nennt man Druckabstufung (Zoelly-D.). Bei Geschwindigkeitsabstufung wird der Dampf in Düsen entspannt und gibt seine (sehr hohe, bis 1200 m/s) Geschwindigkeitsenergie an mehrere Laufräder ab. Die zwischen diesen eingebauten Leiträder haben hier nur die Aufgabe, den Dampf zu lenken (Curtis-D.). – Setzt man nur einen Teil des Gefälles im Leit-, den Rest aber im Laufrad in Geschwindigkeitsenergie um, so kommt man zur Überdruck-D. (Überdruckabstufung, Reaktions- oder Parsons-D.). Hier ist der Druck vor dem Laufrad größer als hinter ihm, was einen Axial Schub auf Läufer und Lager bewirkt, der durch bes. Konstruktionsmittel aufgehoben werden muß. Um die Dampfgeschwindigkeit über die Schallgeschwindigkeit hinaus zu steigern, wird an die Düsenverengung eine schwach konische Erweiterung angebaut (Lavaldüse). Bei schräg abgeschnittenen Mündungen wird auch die Überschallgeschwindigkeit erreicht, jedoch wird der Dampfstrahl aus der Achsrichtung abgelenkt. – Außer den bisher genannten Axial-D., bei denen der Dampf parallel zur Welle durch die Maschine strömt, gibt es Radial-D. mit gegenläufigen Rädern und Dampfströmung von innen nach außen (Längström-D.) oder feststehendem Leitrad und Dampfströmung von außen nach innen und umgekehrt (Radial-D.). – Mehrgestüß-D. werden verwendet bei großen Dampfmaschinen und Temperaturunterschieden; Gegendruck- oder Industrie-D. verfügen über Abdampf von 1. at, voll ver-

wendbar zum Heizen, Kochen oder Trocknen (wärmewirtschaftl. günstigste Lösung der Heizkraftzeugung); bei Anzapf- oder Entnahme-D. kann Dampf ohne Störung des Kondensationsbetriebes entnommen werden. – Höchstleistungen von D. in Mehrgestüßbauart: bis 250 000 kW. Vorteile gegenüber Kolbenmaschinen: höhere Drehzahl (meist 3000 U/min) sowie geringerer spezifischer Dampfverbrauch (kg/kWh) bei über 500 kW, ölfreies Kondensat, weit größere Grenzleistung. Die Leistungsregelung der D. geschieht selbsttätig durch Drosselung eines Ventils (Drosselregelung) oder durch zeitlich aufeinanderfolgendes Abschalten von mehreren (meist 4) Ventilen (Mengen- oder Düsenregelung).

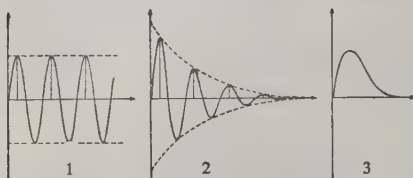
A. BRAUER: Die D. (1950); F. DIETZEL: D. (1961); C. ZIETMANN: D. (1955).

Dämpfung, die Schwächung einer periodisch veränderlichen physikalischen Größe wie Wechselstrom, Wechselspannung, Schalldruck, Pendelschwingung u. dgl. gegenüber einem Anfangswert.

ZEITLICHE D. VON SCHWINGUNGEN. Bei freien Schwingungen äußert sich die D. in einer Verminderung der Schwingungsamplitude bis zum Erreichen des stabilen Gleichgewichtszustandes, begünstigend starker D. kann eine periodische zur aperiodischen Bewegung werden. D. entsteht dadurch, daß die Schwingungsenergie sich teilweise in andere Energieformen umwandelt, z.B. bei mechan. Schwingungen in Reibungswärme (Frikations- oder hydraulische Stoßdämpfer bei Kraftfahrzeug-Achsen, Dämpferflügel an Meßinstrumenten-Zeigern) oder in elektrische Verlustwärme (Wirbel-

Dandyroller – Debye-Scherrer-Verfahren

strom-D. von Meßsystemen). In stationären elektr. Schwingkreisen entsteht eine D. der elektromagnet. Schwingungen durch den Ohmschen Widerstand der Leiter (Joulesche Wärme) sowie durch magnetische und dielektrische Verluste. Bei strahlungs-



Dämpfung: 1 ungedämpfte, 2 gedämpfte Schwingung, 3 aperiodische Bewegung.

fähigen Gebilden tritt außerdem durch Abwandern von Feldenergie in den Raum → Strahlungsdämpfung auf. Durch phasenrichtige Energie-Zufuhr mittels Selbststeuerung (Rückkopplung) lassen sich gedämpfte Schwingungssysteme entdämpfen (negative D.).

Ist der Widerstand der zeitl. Änderung der Amplitude proportional (z. B. Wirbelstrom-D.), so wird die gedämpfte Schwingung mathematisch durch die Zeitfunktion

$$f(t) = A e^{-\beta t} \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

dargestellt (A = Maximal-Amplitude, $\omega = 2\pi \nu$ = Kreisfrequenz, φ = Phasenwinkel). Die Konstante β heißt D. oder Dämpfungsfaktor. Der natürl. Logarithmus des Verhältnisses zweier nach der Schwingungsdauer $T = 2\pi/\omega$ aufeinanderfolgenden Amplituden ist das logarithmische D.-Dekrement

$$A = \ln(A_n/A_{n+1}) = \beta T.$$

Bei anderer D. (z. B. Reibung zwischen festen Körpern) gilt dieses Gesetz nicht mehr.

RÄUMLICHE D. VON WELLEN. In der Fernmelde-technik versteht man unter D. die durch den Ohmschen Widerstand und die Ableitung (Isolationswiderstand) längs 1 km Doppelleitung verursachte Verminderung der Amplitude von Wechselspannungen oder Wechselströmen im eingeschungenen Zustand. Für einen Ort im Abstand x vom Leitungsbau a ist $A_x = A_a \cdot e^{-\beta x}$. Die kilometrische D. oder D.-Konstante der Leitung heißt β . Ihr Produkt mit der Leitungslänge ist das D.-Maß, das in → Neper (N) angegeben wird. Ersetzt man e durch die Basis 10, so erhält man das durch Bel (→ Dezibel) gekennzeichnete D.-Maß. Bei einer D. von 1 N sinkt die Amplitude in der Doppelleitung auf den e-ten Teil ab ($A_x = A_a/e$, $e = 2,718$), bei 2 N auf den e^2 -ten Teil ($A_x = A_a/e^2$) usw.

Das Dämpfungsmaß, auch Dämpfungs- oder Verlustfaktor genannt, gibt die Verluste einer Spule oder eines Kondensators als Bruch oder in Prozent an. Es stellt das Verhältnis des in Reihe liegenden gedachten Verlustwiderstandes zum induktiven bzw. kapazitiven Widerstand dar. In der Funktechnik wird auch der reziproke Wert, der Gütefaktor, gebraucht.

Dandyroller, Dandywalze, Egouteur, mit einem Drahtgewebe überzogene Mustermaschine zum Einpressen der Wasserzeichen in das noch feuchte Papier.

Daniellischer Hahn, → Schweißbrenner.

darren, dörren, 1) pflanzl. Stoffe trocknen oder leicht rösten. 2) bleihaltiges Kupfer bei Luftzutritt glühen, wodurch das Blei an der Oberfläche „auschwitzt“, oxydiert und mit einem Teil oxydierten Kupfers als **Darrschlacke** entfernt werden kann.

Darrofen, Trockenofen zur Trocknung von Malz, Hopfen, Getreide u. dgl. Bei **Stockwerksdarren** sind die Darrräucher übereinander angeordnet.

darstellende Geometrie, die Anwendung geometrischer Konstruktionen zur zeichnerischen Bestimmung und Darstellung geometrischer Figuren der Ebene oder des Raumes.

Darsteller, Rechenausdruck, der im mathemat. Formalismus der Quantenmechanik an die Stelle einer → Observablen tritt.

Datenverarbeitung, die maschinelle Bearbeitung einer großen Zahl von gegebenen Größen (Informationen) nach gleichartigen Vorschriften, insbes. in Wirtschaft und Verwaltung. Hilfsmittel sind herkömml. Bürogeräte, Lochkartenaggregate (→ Lochkarte) und → Rechenautomaten (elektronische D.). Einsatzbereiche: Lohn- und Gehaltsabrechnung, Materialverwaltung, Fakturierung, Kunden- und Finanzbuchhaltung, Statistiken, Dokumentation u. a.

Dauben, die zugeschnittenen und gebogenen Bretter für die Wandung eines Fasses.

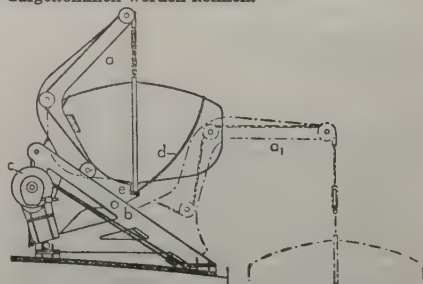
Dauerbruch, **Dauerschwingbruch**, Werkstofftrennung infolge Dauerschwingbeanspruchung, begünstigt durch Kerben, scharfe Übergänge, Fehlstellen u. ä. Bruchfläche teilweise glatt (**Daueranriß**), teilweise grobkörnig (**Restbruch**), keine Verformung im Durchbruchgebiet.

Dauerschwingversuch, ein Verfahren zur Prüfung von Werkstoffen oder Bauteilen bei dauernd schwingender oder häufig wiederholter Beanspruchung. Der um eine bestimmte Mittelspannung beliebig oft ohne Bruch und unzulässige Verformung ertragene Spannungsausgang gilt als **Dauerschwingfestigkeit** (kurz **Dauerfestigkeit**).

Davidow-Plan, der Plan des russ. Ingenieurs DAVIDOW, der vorsieht, die Wassermassen des Ob und Jenissej aufzustauen und über den Aralsee dem Kasp. Meer zuzuleiten. Mit dem gestauten Wasser, etwa 5000 Mia m^3 , sollen 10–12 Mio ha Land bewässert werden. Die geplanten 7 Kraftwerke können jährl. etwa 83 Mia kWh Energie erzeugen.

Davidson, Clinton Joseph, amerikan. Physiker, * 1881, † 1958, entdeckte 1927 die Beugung von Elektronen an Kristallen. 1937 Nobelpreis (mit G. P. THOMSON).

Davit, kranartige Ausleger auf Schiffen, einzeln noch als **Anker- und Fallreeps-D.** benutzt, als **Boots-D.** paarweise oben an der Bordwand angebracht, über die sie ausgeschwungen hinausragen, so daß die Rettungsboote daran mit **Taljen** ausgesetzt oder aufgenommen werden können.



Schat-Davit: a Davit in Ruhelage; b Gleitbahn; c Seiltrommel der Bootswinde; d Zurrbrocken zum Sichern des Boats; e Klampe zum Halten des Boats. Nach Loswerfen von d und Wegklappen von e gleitet beim Lösen der Windenbremse der Davit in die Stellung a_1 , aus der das Boot gefiert wird.

db, Zeichen für Dezibel.

DDT, Abk. für **Dichlor-Diphenyl-Trichloräthan**, Bruttoformel $C_{14}H_9Cl_5$, hochwirksames Kontaktgift zur Insektenbekämpfung. Viele Insektenstämme sind jedoch bereits gegen DDT resistent geworden. Gegen Milben ist DDT nur bedingt wirksam.

Debye, Peter, holländ. Physiker, * 1884, förderte die Untersuchung des Feinbaues der Materie mit Röntgenstrahlen (mit P. H. SCHERRER 1916) und den quantentheoret. Ausbau der Molekularphysik und entwickelte die Theorie der starken Elektrolyte (mit W. HÜCKEL). 1936 Nobelpreis.

Debye-Scherrer-Verfahren, ein Verfahren zur Untersuchung von Kristallstrukturen pulverförmiger Substanzen durch Röntgenstrahlinterferenzen nach P. DEBYE und P. H. SCHERRER, 1916. Die kristallinisch-pulverförmige Substanz wird in Form

eines Stäbchens gepreßt und in die Mitte eines zylindrisch gebogenen Photofilmes gesetzt. Eine fein ausgeblendete monochromatische Röntgenstrahlung wird auf die Mitte des Stäbchens gerichtet. Da die einzelnen Kriställchen alle möglichen räumlichen Lagen einnehmen, kommen darunter auch solche vor, deren Gitterflächen (Netzebenen) mit dem Röntgenstrahl den Bragg'schen Reflexionswinkel (→ Strukturanalyse) bilden. Die reflektierten Strahlen liegen auf Kegelmanteln mit dem Röntgenstrahl als Achse. Sie erzeugen auf dem Film eine Anzahl konzentrischer geschwärtzter Ringe (*Debye-Scherrer-Diagramm*, TAFEL Spektren und Spektralapparate), aus deren Lage und Intensität die Kristallstruktur erschlossen wird (→ Strukturanalyse).

Decca-Navigationsverfahren, ein Funkortungsverfahren, das wie das → GEE- und das → Loran-Navigations-System Hyperbeln als Standlinien verwendet, die an Bord durch Phasenvergleich je zweier Senderfelder gewonnen werden. Es arbeitet mit unmodulierten Langwellen im Bereich von 100 kHz, die von je zwei Sendeanlagen am Boden kontinuierlich ausgestrahlt werden, und eignet sich deshalb für Strecken bis etwa 500 km, also bes. für Schifffahrt und Luftfahrt. Als Sender dienen in der Regel 1 Leitsender und je etwa 200 km von ihm entfernt 3 sternförmig angeordnete Nebensender, zusammen *Decca-Kette* genannt. Jeder dieser Sender strahlt ein anderes Vielfaches der gleichen Grundfrequenz aus, so daß durch Frequenzvervielfachung der Leitsender und je ein Nebensender auf eine neue gemeinsame Frequenz gebracht werden können. Dies wird durch Frequenzwandler eines Spezialempfängers an Bord des Fahrzeuges ausgeführt. Die Phasendifferenzen der 3 neuen Wellenpaare werden nach Summen- und Differenzbildung zusammengehöriger Wellen und Demodulation durch → Kreuzspulinstrumente (*Decometer*) gemessen und angezeigt. Für ein Senderpaar liegen die Orte gleicher Phasendifferenz auf einer Hyperbel; für eine Decca-Kette erhält man also 3 Hyperbelscharen, die auf mitgeführten Spezialkarten eingezeichnet sind.

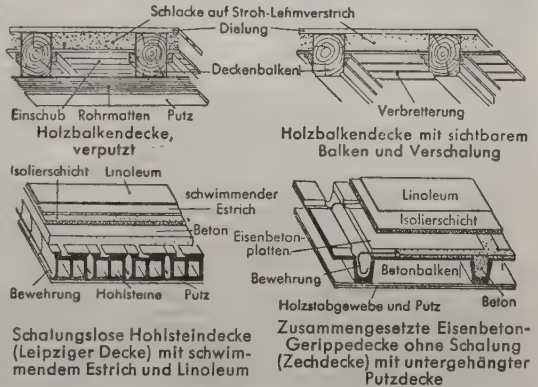
Deck, Beil mit quer zum Stiel stehendem Blatt. **Deck**, jede Gesamtheit von Platten oder Planken, die den inneren Schiffsrumpf der Höhe nach unterteilen. **HADELSSCHIFFE** haben *Ober- oder Hauptdeck*, das oberste von Seite zu Seite und von vorn bis hinten durchlaufende D., darunter das *Zwischendeck*, dann das *Unterdeck* und im Unterraum das *Raumdeck* oder *Orlopdeck*. *Achterdeck* ist die hintere Teil eines D. Bei **KRIEGSSCHIFFEN** hat man *Oberdeck*, *Batteriedeck*, *Panzerdeck*, *Oberes Plattformdeck*, *Unteres Plattformdeck*. – *Aufbaudecks*, die nicht über die ganze Länge des Schiffes reichen, sind das *Backdeck*, das *Poopdeck* (*Quarterdeck*) und das *Brückendeck*; über den Deckshäusern sind *Promenadendeck*, *Bootsdeck*, *Sonnendeck*, *Kommandobrückendeck*, *Peildeck*. Auf vielen Fahrgastschiffen bezeichnet man die einzelnen D. mit Buchstaben (z. B. A., B., C- usw. Deck) oder mit Nummern, die im allgemeinen von oben nach unten laufen. *Piekdeck* ist die teilweise Abdeckung der spitzen Räume an den Schiffsenden, die z. T. als Wasser-Ballasträume benutzt werden. *Schildkröten- oder Walfischdecken* sind sehr stark gekrümmte Oberdecks. Mit *Vermessungsdeck* bezeichnet

net man das D., bis zu dem der Schiffsraum als Ganzes vermessen wird, während die darüber befindlichen Räume einzeln vermessen werden.

Der Begriff D. wird heute auch bei größeren Luftfahrzeugen verwendet.

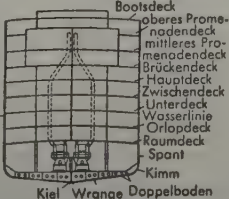
Decke, 1) an der Oberfläche abgeflossener breiter Erguß eines Eruptivgesteins. 2) *Deckentheorie*, eine Lehre, die zur Erklärung des alpinen Gebirgsbaues annimmt, daß große gefaltete Schichtkomplexe über (oft oder meist) jüngere Faltenmassen über viele km Entfernung überschoben worden sind (*Überschiebungs-D.*). Die Schubbmassen sind vom Raum ihrer Entstehung losgelöst (allochthon).

3) **HOCHBAU**: tragender Bauteil als oberer Raumabschluß. Das Tragergüst der herkömmlichen *Holzbalcken-D.* ist die Balkenlage, hochkant auf die tragenden Mauern verlegte Balken (Streichbalken an aufgehenden Wänden; Ortbalken an Giebeln; Wechsel bei Schornsteinen und Treppen, an beiden Enden in durchgehende Balken eingezapft; Stichbalken an einem Ende eingezapft, am andern aufliegend).



Decke

Zwischen die Balken werden raue Schwarten oder Bretter eingelegt, die auf seitlich angenagelten Laten aufliegen (*Einschub-D.*); sie werden mit Lehm verstrichen und zur Wärme- und Schallsisolierung mit Glaswolle oder anderen Dämmstoffen belegt oder bis zur Oberkante der Balken mit trockener Schlacke oder Sand aufgefüllt. An Stelle der Einschubbretter können Gipsdielen oder Hordis treten. Unter der Balkenlage werden D.-Schalung, Rohranlage und D.-Putz angebracht; statt der Behrührung benutzt man auch Holzstabgewebe oder eine sichtbare Holzverkleidung. Auf die Balkenlage wird die Dielung oder Blindboden und Stabfußboden aufgelegt. – Aus Holzmangel werden heute meist *Massiv-D.* ausgeführt. Es gibt sehr viele *Massiv-D.*-Konstruktionen, die sich in 5 große Gruppen einordnen lassen; 1) *D. zwischen eisernen Trägern* mit verschiedenen D.-Platten aus Hohlsteinen, Hordis, Stegamentdielen usw. 2) *Steineisen-D.*: stahlbewehrte Stein-D. aus gebrannten Hohlsteinen, bei denen die Steine auch Druckspannungen aufzunehmen haben. 3) *Stahlbetonrippen-D.*: Tragerrüst aus Stahlbetonrippen und Betondruckplatte (mind. 5 cm stark); Zwischenraum oft durch Hohlkörper ausgefüllt, die nicht auf Druck beansprucht werden dürfen. 4) *Schalungslose D. aus Fertigteilen*, im Montage- oder Halbmontagebau. Montagebau: Stahlbetonfertigbalken mit eingelegten quertragenden Betonplatten oder Körpern aus Bims- oder Ziegelbeton oder gebrannten Hohlsteinen; oder Verlegung von Schalenelementen 5 x 10 m durch Kran. Halbmontagebau: Verlegung von Stahlbeton- oder leichten Stahlblechträgern, vorübergehende Abstützung, Einhängen von leichten Hohlkörpern aus Bims-, Ziegelsplitt- oder Schlackenbeton; dann Einbringen des Überbetons, der alle Zwischenräume ausfüllt



Deck: Querschnitt durch einen Passagierdampfer.

Deckfarben – Deich

und die Druckplatte der D. bildet. 5) *Einfache Stahlbetonplatten, Plattenbalken-D., Pils-D.*, bestehen aus Schwerbeton auf Schalung, ohne Verwendung von Hohlfüllkörpern aus gebrannten oder Leichtbetonsteinen.

Deckfarben, 1) deckende Pigmentfarben (z. B. Zinnober) im Gegensatz zu transparenten Farben (z. B. Krapplack); gebräuchlich in allen Mal- und Anstrichtechniken wie auch zum Lederfärben und anderen Oberflächenbehandlungen. 2) Wasserfarbensysteme von deckender Wirkung wie *Guaschfarben* entgegen den lasierenden Aquarellfarben, bei denen der Untergrund durchschimmert. Wasser-D. hellen beim Trocknen düftig auf.

Deckglas, ein sehr dünnes Glas zum Bedecken des auf dem Objektträger ruhenden Untersuchungsgegenstandes in der Mikroskopie.

Deckwerk, widerstandsfähiger Ausbau des Ufers aus Steinschüttung, Pflaster oder Senkstücken und Packwerk zur Führung der Strömung.

Deduktion, Ableitung eines Satzes aus anderen Sätzen. Die *deduktive Methode* ist das charakteristische Merkmal der Mathematik. Gegensatz: Induktion.

Defektelektroden, → Halbleiter.

Defimeter, Gerät zum Messen der elektr. Leitfähigkeit eines Stoffs. Die Stoffprobe wird in das Innere einer Induktionsspule gebracht, in der ein Induktionsstrom erzeugt wird. Die Leitfähigkeit beeinflusst die elektr. Größen, bes. die Leistung, des Sekundärkreises meßbar, so daß ihr Wert nach Eichung unmittelbar bestimmt werden kann.

Deflagration, das rasche Abbrennen eines Sprengstoffes ohne Explosion oder Detonation.

Deflation, die erodierende Tätigkeit des Windes.

Deflektor, elektrische oder magnetische Ablenkvorrichtung für geladene Teilchen in Beschleunigungsgeräten.

Deformation, die Formänderung eines Körpers durch äußere oder innere Kräfte, z. B. Druck oder Zug. Gase sind beliebig deformierbar, ebenso Flüssigkeiten, soweit sie nicht zäh sind; zähe Flüssigkeiten und feste Körper lassen sich gegen innere Widerstände deformieren. Der nicht deformierbare, *starre Körper* ist nur eine gedankl. Konstruktion. Mathematisch läßt sich die D. eines Körpers durch den *D.-Tensor* beschreiben, der sich aus einem Dehnungs- und einem Scherungsanteil zusammensetzt und durch eine Fläche 2. Grades (*D.-Fläche*) veranschaulicht werden kann. Je nach der Beanspruchung tritt die D. als *Dehnung (Dilatation)*, *Stauchung (Kompression)*, *Scherung*, *Durchbiegung* oder *Verdrehung* auf. Sie kann reversibel (*elastisch*) oder bleibend (*plastisch*) sein, je nachdem sie nach Aufhören der Kraftwirkung verschwindet oder nicht.

A. SOMMERFELD: Vorlesungen zur theoret. Physik, 2. (1957).

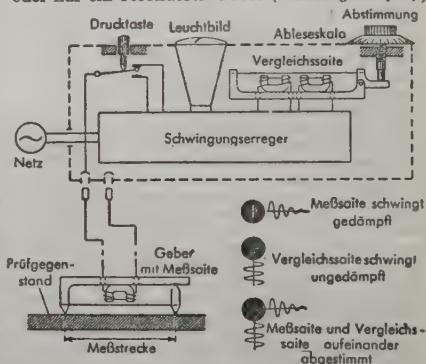
degummieren, entbasten, Rohseide durch Abkochen in Seifenbädern vom Seidenleim (Serizin) befreien.

Dehnung, WERKSTOFFPRÜFUNG UND FESTIGKEITSLERE: das Verhältnis von Verlängerung eines Werkstücks zur Anfangslänge in Prozent. Bei geringer Belastung tritt meist nur *elastische D.* auf; nach Entlastung erfolgt Rückfederung zur Anfangslänge. Nach Überschreitung der elastischen Dehnfähigkeit und damit der *Elastizitätsgrenze* bleibt nach Entlastung ein Teil der Verlängerung als *bleibende (plastische) D.* bestehen. Die Elastizitätsgrenze ist praktisch schwer zu bestimmen. Deshalb gilt hierfür die Spannung, bei der die bleibende D. 0,003 bis 0,01 % beträgt (DIN 1602). Den größten Dehnungswert stellt die *Bruchdehnung* dar, d. i. das Verhältnis der Verlängerung zur Anfangslänge in Prozent beim Bruch.

Das Verhältnis elastischer D. zur Spannung wird als *Dehnzahl (Dehnungsgröße oder Elastizitätskoeffizient)* bezeichnet. Ihr Kehrwert heißt der *Elastizitätsmodul*. Mit der elastischen Längsdehnung ist eine elastische *Querkürzung* verbunden, die den Quotienten aus Quermaß-Abnahme durch Anfangs-Quermaß darstellt. Ihr Verhältnis zur Längsdehnung

ist konstant und heißt *Poissonscher Beiwert* oder *Quersahl* (für Stahl = 0,3). Die vor Bruch eintretende örtliche Querschnittsänderung führt zur *Bruchschmürung* oder *Bruchquerschnittsverminderung*. Sie ist die bei Bruch gemessene Querschnittsänderung bezogen auf den Anfangsquerschnitt in Prozent.

Dehnungsmesser, Geräte zum Messen von Dehnungen und Spannungen in Maschinenteilen, Gebäudeteilen, Brücken u. a. sowie bei der Prüfung von Werkstoffen. Mit *statischen D.* werden langsame Verformungen, mit *dynamischen D.* unregelmäßige und rasch verlaufende Veränderungen erfaßt. Dazu wird entweder das ganze Meßgerät mit 2 Schneiden auf die Meßstelle gesetzt (*Setz-D.*, *mechanischer D.*) oder nur ein besonderer Geber (*Dehnungstreifen*),

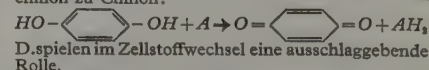


Dehnungsmesser mit elektrischer Übertragung auf Kathodenstrahl-Oszillographen, zur Ermittlung statischer Belastungen und Belastungsänderungen an Stahl- und Betonkonstruktionen aller Art. Die Meßsaite wird zu gedämpften, die Vergleichssaite zu ungedämpften Schwingungen angeregt. Bei Verstimmung der Meßsaite wird die Vergleichssaite nachgestimmt; ihre Verstellung zeigt auf einer Skala die gesuchte Meßgröße (Maihack).

dessen Meßwerte von einem Empfangsgerät angezeigt werden. Bei *elektrischen D.* besteht der Geber aus einem oder mehreren parallelen feinen Widerstandsdrahten, die zwischen Papier- oder Kunststoff-Folien isoliert sind. Der Geber von der gewünschten Meßlänge wird auf die Meßstelle geklebt und folgt der Dehnung des Werkstückes. Proportional damit ändert sich sein Widerstand, der entweder mit Galvanometer und Meßbrücke (bei stat. Beanspruchung) oder mit einem Elektronenstrahl-Oszillograph (bei dynam. Beanspruchung) gemessen wird. Ein anderes System enthält den mit Induktionsspulen versehenen Geber in den Zweigen einer mit Wechselstrom gespeisten Brückenschaltung.

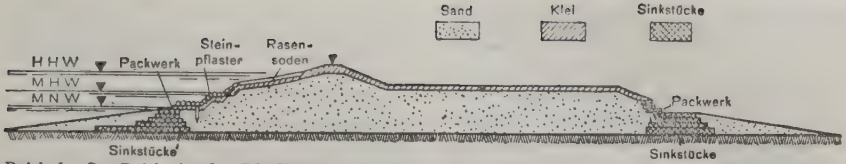
K. FINK - CHR. ROHRBACH: Hdb. d. Spannung- und Dehnungsmessung (1958).

Dehydrierung, eine besondere Weise der Oxydation einer chem. Verbindung durch Entziehung von Wasserstoff mit Hilfe anderer Verbindungen, die als oxydierende *Akzeptoren (A)* den Wasserstoff von dem zu dehydrierenden *Donatormolekül* übernehmen. Eine D. ist z. B. die Oxydation von Hydrochinon zu Chinon:



Dehydration (Dehydrierung) von Lebensmitteln (Ei, Fleisch usw.), Entzug von Wasser auf verschiedenem Wege. Am wirksamsten ist die Verbindung von trockenem, heißem Luftstrom mit strahlender Hitze bei gleichzeitigem Entzug von Sauerstoff.

Deich, geschütteter Damm am Meer- oder Flußufer, der das Hinterland vor Überschwemmung schützt. *Fluß-D.* führen die Strömung bei Hochwas-



Deich 1: See-Deich (nach „Die Hütte“, Bd. III, 27. Aufl., 1951, Verlag Wilh. Ernst und Sohn, Berlin).

ser, verhindern Ausuferungen und Überflutungen. See-D. schützen das Land, das sonst bei Sturmfluten mit Seewasser überflutet wird. Winter-D. kehren (schützen gegen) das höchste Hochwasser, Sommer-D. nur sommerliche Hochwasser. Schlaf-D. sind alte, aufgegebene D., Schaar- oder Gefahr-D. liegen an bes. gefährdeten vorspringenden Stellen. Rückstau-D. begleiten einen Nebenfluß aufwärts bis zum Anschluß an hochwasserfreies Ufergelände. Flügel-D. sind nur einseitig an den Haupt-D. angeschlossen, sie sollen die Hochwasserführung verbessern, bes. an Nebenflußmündungen. Kuver-D. werden auf der Innenseite gefährdeter D.-Abschnitte, z.B. hinter D.-Brüchen oder Kolken oder Sickerstellen, gebaut. Kaje-D. sind Hilfs-D. zum Schutz von D.-Baustellen u. a. - Neigung der D.-Böschung auf der Wasserseite 1:2,5 bis 1:10, teilweise Sicherung durch Pflaster; auf der Binnenseite 1:2. Der



Plan eines eingedeichten Geländes

Deich 2

D. muß so breit sein, daß er den Wasserdruck bei Hochwasser aushält, und daß die Sickerlinie des evtl. durchtretenden Wassers binnenseitig nicht über die Geländeoberfläche austritt.

Durch D. geschützte Flächen heißen Polder, ungeschützte Flächen vor den D. sind Vorland. Der Polder entwässert durch regelbare Verschlüsse, die D.-Stiele, in den Fluß oder ins Meer; sie schließen sich bei steigendem Außenwasser selbsttätig. D.-Stiele in See-D. besitzen Flut- und Sturmtoie. Straßen über den D. werden durch D.-Scharten geführt, die wegen ihrer tieferliegenden Sohle bei Hochwassergefahr durch Tore oder Dammbalken verschlossen werden können. Polder ohne oder mit zeitweilig unzureichender Entwässerungsmöglichkeit werden durch Schöpfwerke entwässert, die Pumpen für große Wassermengen und kleine Förderhöhen besitzen; oft automat. Betrieb.

deka-, D oder d vor Maßeinheiten: 10.

Dekalin, → Tetrlin.

dekantieren, eine Flüssigkeit vorsichtig von einem Niederschlag abgießen.

dekapieren, geglühte Metallteile von dem an-

hängenden Zunder durch Eintauchen in verdünnte Säuren oder andere Chemikalien reinigen.

dekativieren, Wollgewebe durch Dämpfen im entspannten Zustand krumpf- und bügelecht (nadelfertig) machen; zugleich wird ein tropfechter milder Glanz erzielt.

Dekatron, eine Gasentladungsröhre mit 10 Kathoden zur Darstellung und Verarbeitung der Ziffern 0 bis 9 in Rechen- und Zähl-schaltungen.

Deklation, 1) Abweichung, der Winkelabstand eines Gestirns vom Himmelsäquator. 2) Mißweisung, die Abweichung der Richtung einer Magnetnadel von der wahren Nordrichtung.

Dekontamination, Beseitigung radioaktiver Verunreinigungen.

Dekrement, kleine Abnahme einer veränderlichen Größe. Logarithmisches D., bei Schwingungsvorgängen der natürliche Logarithmus des Verhältnisses zweier aufeinanderfolgender Amplituden gleichen Vorzeichens.

dekrepitieren, das beim Erhitzen von Kristallen mit knisterndem Geräusch erfolgende Zerplatzen der Kristallhülle durch Austreten von Wasserdampf.

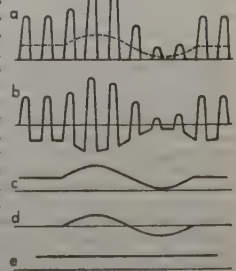
Delisches Problem, im Altertum berühmte geometr. Aufgabe, einen Würfel mit dem doppelten Rauminhalt eines gegebenen Würfels herzustellen; angebl. benannt nach einer Antwort des Orakels auf Delos, die Pest würde von den Griechen genommen werden, wenn sie den würfelförm. Altar des Apollo noch einmal so groß machten. Die auf die Gleichung $x^3 = 2a^3$ führende Aufgabe ist als Konstruktionsaufgabe mit Zirkel und Lineal allein unlösbar (→ Galois-Theorie).

Delta, Δ, MATHEMATIK: 1) Differenzzeichen (→ Differentialrechnung). 2) Zeichen für den Laplace-Operator (→ Laplacesche Differentialgleichung).

3) fächerförmiges Gebiet einer Strommündung in Form eines griech. Δ.

Deltastrahlen, δ-Strahlen, Elektronenstrahlen von 100-10000 eV und mehr. Sie entstehen beim Durchgang geladener Teilchen durch Materie und machen sich in der Wilsonschen Nebelkammer oder der photograph. Platte als feine Verastelungen an den Teilchenbahnen (α-Teilchen, Protonen, Mesonen) oder als Ionenester bemerkbar. Die photochem. Wirkungen werden zur Massen- und Ladungsbestimmung von energiereichen Partikeln der kosm. Ultrastrahlung herangezogen.

Demodulation, die Rückverwandlung niederfrequent modulierter hochfrequenter Schwingungen in die ursprünglich gesendete (niederfrequente) Nachricht auf der Empfängerseite elektr. Nachrichtenverbindungen durch einen Demodulator. Bei der Amplitudenmodulation besteht die D. im wesentlichen in der Gleichrichtung des Empfangssignals mit Diode, Audion, Anodengleichrichter oder



Demodulation amplitudenmodulierter Schwingungen: a Gleichgerichtete modulierte Hochfrequenz, b Hochfrequenzanteil von a, c Mittelwert von a, d Niederfrequenzanteil von c, e Gleichstromanteil von c.

Demulgator – Destillation

Kristalldetektor. Bei *Frequenzmodulation* werden die Frequenzschwankungen entweder durch einen → **Diskriminator** in Amplitudenschwankungen umgewandelt und anschließend gleichgerichtet oder unmittelbar in Niederfrequenz umgesetzt, z. B. mit einem *q-Detektor*, bei dem die empfangenen Schwingungen mit frequenzabhängig phasenverschobenen Schwingungen multiplikativ gemischt werden.

Demulgator, chem. Präparat zur Entmischung von → Emulsionen.

den, Abkürzung von → **Denier**.
denaturieren, Alkohol, Kochsalz u. dgl. vergällen, um sie für den Menschen ungenießbar zu machen, z. B. Alkohol mit Pyridin, Methanol, Petroläther oder Kampfer, Kochsalz mit Eisenoxid (Vieh-salz).

Dendriten, verzweigte, moosähnliche Einschlüsse von Mangan- und Eisenhydroxyden auf Spaltflächen und Sprüngen von Mineralien und Gesteinen.

dengeln, *dängeln*, die Schneiden von Sensen und Sicheln dünnschlagen durch Hämmern auf einem kleinen Amboß oder durch *Dengelmachines*.

Denier, abgek. *den.*, italien. Gewichtseinheit von 1/30 Gramm; Feinheitmaß für Seide und Chemiefasern: Grammgewicht eines Fadens von 9000 m Länge.

Densitometer, Apparat zum Messen der photograph. Schwärzung (Dichte). *Densograph*, ein Apparat zur Messung und Aufzeichnung des Schwärzungsanstieges von photograph. Platten, Filmen und Papieren, die hinter einem Graukeil belichtet und dann entwickelt wurden.

Dentallegierungen, Legierungen für Zahnbehandlung und Zahnprothesen wie Amalgam, Goldlegierungen, Goldersatzlegierungen, Platinlegierungen, rostfreie Stähle.

Denudation, flächenhafte Abtragung der Verwitterungstoffe vom festen Untergrund durch Bodenfließen, Bergstürze, Thixotropie u. dgl.

Deplacement, die Wasserverdrängung eines Schiffs in Tonnen (t).

Depolarisator, polarisationshemmende Substanz in → galvanischen Elementen, verzögert das baldige Absinken der Klemmenspannung.

Depression, 1) ASTRONOMIE: unter dem Horizont fortgesetzter Bogen des Höhenkreises eines Sterns, auch negative Höhe genannt. 2) PHYSIK: → Kapillarität.

Depside, esterartige Kondensationsprodukte von arom. Oxykarbonsäuren miteinander.

Derivat, Abkömmling, chem. Verbindung, die sich von einer anderen theoret. ableiten und meist aus ihr herstellen und in sie zurückverwandeln läßt.

Desaminierung, die Herausnahme von Aminogruppen aus Verbindungen. So werden α-Aminosäuren im Zellgeschehen oxydativ zunächst in Iminosäuren und diese durch → Hydrolyse in α-Ketosäuren umgewandelt.

Descollozit, braunes oder grünes bis schwarzes, rhombisches Vanadinmineral (Zn, Cu) $PbVO_4OH$, bildet krustenförmige Aggregate auf Erzlagertstätten, wichtiges Vanadinierz in Südwestafrika.

Desensibilisatoren, Farbstoffe mit der Eigenschaft, belichtete photograph. Schichten während der Entwicklung gegen weißes Licht unempfindlicher zu machen.

Desinfektion, *Entseuchung*, Unschildlichmachen von Krankheitserregern (Bakterien, Viren) durch chem. Mittel oder in Verbindung mit Wärme. Zur völligen Abtötung aller Mikroorganismen verwendet man die physikalischen Verfahren der *Sterilisation* (Hitze, Dampf), während beim Erhitzen unter 100° C (*Pasteurisieren*) nur eine teilweise Sterilisation der vegetativen Formen erfolgt. Die D. hat eine Vergiftung der Mikroorganismen durch Chemikalien zur Folge, die zur völligen Abtötung oder auch nur zur Hemmung des Wachstums führen kann. Die Wirkung der D. ist abhängig von der Dissoziation der chem. Substanzen, ist meist nicht spezifisch und kann durch andere Stoffe beeinträchtigt werden. Eine geeignete Wahl des D.-

Mittels ist daher notwendig. Man verlangt von einem D.-Mittel, daß es billig ist und bei möglichst niedriger Temperatur und kurzer Zeit ohne Schädigung des zu desinfizierenden Körpers wirkt. Man unterscheidet *anorgan. D.-Mittel*, wie Sublimat, Kalkmilch, Chlorkalk, Chloramin, Schweflige Säure, und *organ. D.-Mittel* Phenol, Kresol, Lysol, Formaldehyd, Alkohol, Chinosol, Jodoform u. a. Substanzen mit verschiedenen Handelsnamen. Entkeimung von Trinkwasser → Wasserreinigung. Luft kann durch UV-Bestrahlung entkeimt werden oder durch Vernebelung mit Triäthylenglykol oder Koniferenölen.

Desmotropie, ein Sonderfall der → Tautomerie, bei dem sich die beiden tautomeren Formen einer organ. Verbindung getrennt gewinnen lassen; Beispiel: Azetessigsäure.

Desodorisationsmittel, Stoffe, die Gerüche beseitigen, indem sie sie zerstören, binden (absorbieren) oder überbäuen. Zerstörung erfolgt z. B. durch Schwefeldioxid, Chlor, Ozon; Absorption durch Tierkohle oder Torf; Überbäuen durch Naphthalin, Phenol, Teerpräparate, bei schlecht riechenden Arzneimitteln (Jodoform) z. B. durch Kuminar. Zur Beseitigung üblen Körpergeruchs (Schweiß, Mundgeruch) verwendet man bestimmte Chlorophyll-Abkömmlinge.

Desorption, die Lösung adsorbierter Stoffe vom Adsorptionsmittel, → Adsorption.

desoxy... vor dem Namen einer chem. Verbindung bezeichnet einen sauerstoffärmeren Abkömmling dieser Verbindung.

Desoxycholsäure, 3,12-Dioxycholsäure, neben Cholsäure Hauptbestandteil der Gallensäuren aus menschlicher Galle.

Desoxycorticosteron, *DOC*, eines der am stärksten wirksamen Hormone der Nebennierenrinde; es regelt neben dem Eiweiß- und Kohlenhydrathaushalt vor allem den Kochsalzhaushalt des Körpers.

Desoxydation, die Entfernung von gebundenem Sauerstoff durch ein Reduktionsmittel (*D.-Mittel*), insbes. aus Metallen und Metallschmelzen oder aus organ. Verbindungen.

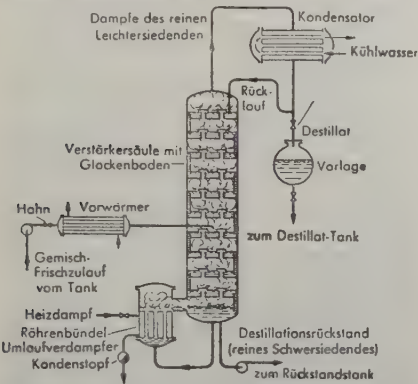
Desoxyribonukleinsäure, *DNS*, → Nukleinsäuren.

Destillation, *Destillieren*, *Abdestillieren*, ein im chem. Laboratorium und in der chem. Industrie häufig angewandtes Stofftrennverfahren. Die *einfache D.* bezweckt die Trennung unzersetzter verdampfbarer Flüssigkeiten von nichtflüchtigen Bestandteilen, z. B. Wasser von Salzen. Bei der *fraktionierten D.* werden Gemische verdampfbarer Bestandteile von verschiedenem Siedepunkt in die einzelnen Bestandteile zerlegt. Die zu destillierende Flüssigkeit wird in einem Gefäß (*Destillierkolben*, *-blase*, *Retorte*) zum Sieden erhitzt und ihr Dampf durch Abkühlen in einem an das Destillationsgefäß angeschlossenen abwärts geneigten Rohre (Kühler, Kühltasche, Kondensator) wieder verdichtet; die zurückgebildete Flüssigkeit (das *Destillat*) wird in einem zweiten Gefäß (*der Vorlage*) aufgefangen (BILD 1). Dabei gehen zunächst die niedrig siedenden, später die Stoffe mit höherem Siedepunkt über und können in einzelnen Fraktionen gesondert aufgefangen werden. Eine vollständige Trennung in die Einzelbestandteile ist mit einer einzigen D. meist nicht zu erreichen. In diesem Falle wird die Trennwirkung dadurch verstärkt, daß die aufsteigenden Dämpfe vor Eintritt in den Kondensator durch einen zwischengeschalteten Rückflußkühler (*Dephlegmator*) teilweise kondensiert werden, wobei sich das Schwereisende bevorzugt niederschlägt (= Rücklauf). Bringt man diesen Rücklauf in einer



Destillation 1: einfache Destillationsvorrichtung für Laboratoriumszwecke.

Austauschsäule (Kolonne) mit den aufsteigenden Dämpfen in innige Berührung, so wird auch bei wenigen Grad Siedepunktunterschied der Komponenten eine praktisch vollständige Trennung erreicht (Rektifikation, BILD 2).

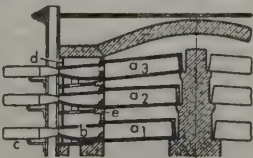


Destillation 2: Schema einer kontinuierlich arbeitenden Rektifizieranlage.

In der chem. Technik setzt sich immer mehr die kontinuierliche D. durch, bei der z. B. ein Zweistoffgemisch, meist vorgewärmt, in der Mitte der Kolonne eintritt und das Leichtersiedende oben als Destillat, das Schwerersiedende aber unten als Rückstand abgezogen wird; die Blase ist zu einem Röhrenbündelverdampfer reduziert. Bei Erdöl werden die Destillate vorteilhaft schon vor Eintritt des Zulaufs in einem langen Rohr (Rohrverdampfer) verdampft. Bei Stoffen, die unter gewöhnl. Atmosphärendruck nicht unzersetzt destillierbar sind, nimmt man die Siedetemperatur, indem man die D. in geschlossenen Apparaten unter vermindertem Druck ausführt (Vakuum-D.). Schwer flüchtige Stoffe destilliert man auch im Hochvakuum (Molekular-D.). Viele organ. Stoffe, die mit Wasser nicht mischbar sind, wie ätherische Öle, Kohlenwasserstoffe usw., werden im Wasserdampfstrom destilliert, der u. U. noch überhitzt wird (Wasserdampf-D.). Die übergehende Substanz, die sich in der Vorlage zugleich mit dem Wasserdampf verdichtet, kann, da in Wasser nicht löslich, von ihm leicht getrennt werden. Unter trockener D. versteht man eine durch Erhitzen unter Luftabschluß (in einer Retorte) erfolgende Zersetzung organ. Substanz, bei der sich neue, sowohl feste als auch flüssige und gasförmige Produkte bilden können.

E. KIRSCHBAUM: Destillier- und Rektifizierteknik (*1960).

Destillieröfen, ein Industrieofen zur Gewinnung von flüchtigen Metallen aus ihren Oxiden, z. B. zur Zinkgewinnung. Die in Röstöfen zu Zinkoxid verarbeiteten Mineralien, z. B. Zinkblende, werden mit Kohle gemischt in Muffeln (Retorten), luftdicht verschließbare, feuerfeste Kisten, gepackt und in mehreren Etagen in den gasbeheizten D. eingesetzt. Durch Erhitzen auf 1300–1500° C erfolgt Reduktion des Zinkoxids; das Metall verdampft und wird in kondensiertem Zustand in einer Vorlage gewonnen.



Destillieröfen: a–a, Muffelreihen, b Vorlage, c Verlängerung, d Vorsatzblech, e Tragstein.

Destriau-Effekt, → Elektrolumineszenz.

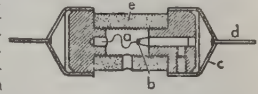
Desy, Stiftung Deutsches Elektronen-Synchrotron (1959), baut und betreibt in Hamburg ein

Elektronensynchrotron von 6–7,5 GeV (→ Synchrotron), größte derartige Anlage in Dtl. Stifter: Bund und Freie und Hansestadt Hamburg; Fertigstellung 1964.

Detacheur, die → Auflösemaschine.

detachieren, örtliche Schutzstellen in Geweben mit Fettlösern entfernen.

Detektor, RUNDFUNKTECHNIK: Vorrichtung zum Gleichrichten von Hochfrequenzschwingungen zur Demodulation oder Mischung. Ein **Kristall-D.** ist ein Kristall (Bleiglanz, Silizium oder Germanium), der von einer feinen Metallspitze berührt wird; eine solche Anordnung läßt elektr. Ströme nur in einer Richtung durch. Die modernen Kristall-D. sind fest eingestellt und werden als **Kristalldioden** bezeichnet. Der **D.-Empfänger** besteht aus Kristall-D. und Schwingungskreis.



Detektor: Germanium-Diode im Schnitt: a Wolfram-Drahthaar (die Schleife bewirkt Federdruck); b Germanium-Kristall auf Messing-Bolzen aufgelötet; c aufgelötete Kontaktklappe; d verzinnter Anschlußdraht; e wasserdichtes, wachsegefülltes Keramikrohr.

Detergentien, sowohl → waschaktive Substanzen als auch ihre Kombination mit Soda, Phosphaten, Bleichsalzen u. a. in Wasch- und Reinigungsmitteln. **Anionische D.** sind Alkylsulfate und -sulfonate, öfter Alkylarylsulfonate mit grenzflächenaktiven, hydrophilen Seitenketten, z. B. Tetrapropylenbenzolsulfonat. **Kationische D.** sind quaternäre Ammoniumsalze oder Pyridinderivate; Verwendung als Desinfektionsmittel. **Nichtionogene D.** sind Polyäthylene oder Polyglykoläther mit Karbonsäuren und Alkylphenolen; sie werden bes. in der Industrie verwendet. – In der Bundesrep. Dtl. dürfen ab 1964 nur D. verwendet werden, die nach einem bestimmten Testverfahren innerhalb bestimmter Zeit zu 80% biologisch abgebaut werden (VO. der Bundesreg. 1962).

Determinante, wichtiges Hilfsmittel der Algebra, kombinatorisch gebildete Produktsumme aus den zu einer → Matrix zusammengefaßten Koeffizienten eines linearen Gleichungssystems; symbolisch geschrieben als quadratisches Schema, wie z. B.

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix},$$

worunter der Rechenausdruck $a_{11} a_{22} a_{33} + a_{12} a_{23} a_{31} + a_{13} a_{21} a_{32} - a_{13} a_{22} a_{31} - a_{12} a_{23} a_{33} - a_{11} a_{23} a_{32}$ verstanden wird. Die D. ist für die Lösbarkeit des Gleichungssystems maßgebend und gestattet, zusammen mit ihren Unter-D., die Lösungen als rationale Funktionen der Koeffizienten hinzuschreiben. Wegen der langwierigen Rechnungen ist die Bedeutung der D. zur praktischen Auflösung der linearen Gleichungssysteme nur gering, dagegen sind die D. sehr wesentlich bei theoretischen Untersuchungen über die allgemeine Struktur der Lösungen eines linearen Gleichungssystems.

Detonation, eine unter Gasentwicklung und Knall vor sich gehende chem. Reaktion von explosiven Gasgemischen oder brisanten Sprengstoffen, die sich infolge der stoßartigen Druckübertragung mit einer extrem hohen, genau bestimmten Geschwindigkeit (z. B. Trinitrotoluol 6700 m/s) fort-pflanzt und zerstörende Wirkung hat, im Gegensatz zu der relativ langsam erfolgenden, 'schießenden' Explosion und Deflagration der Spreng- und Schießpulver (einige 100 m/s).

Deuterium, schwerer Wasserstoff, chem. Zeichen D oder auch ^2H , das Isotop des Wasserstoffs mit der Massenzahl 2. Das D. ist im gewöhnl. Wasser neben dem Wasserstoff der Massenzahl 1 (**Protium**) im Verhältnis von etwa 1 : 5000 (d. h. 1 Atom D auf etwa 5000 Atome H) enthalten. Durch elektrolytische Zersetzung des Wassers läßt es sich im Rückstand anreichern und schließlich praktisch rein in Form des schweren Wassers, D_2O , darstellen. Obwohl das D.-

Deviation – Dialyse

Atom dieselbe Elektronenhülle (1 Elektron) besitzt wie das ^1H -Atom, sind seine chem. Reaktionsfähigkeit und die physikal. Eigenschaften vieler seiner Verbindungen wegen des nahezu verdoppelten Atomgewichts verschieden von denen des gewöhnl. Wasserstoffs. Durch seine Einführung in organ. Verbindungen können die Lebensvorgänge erlöschen: z. B. sterben Fische, die man in eine hochprozentige Schwefelwasser-Leichtwasser-Mischung bringt.

Der Atomkern des D., das **Deuteron**, ist aufgebaut aus einem Proton und einem Neutron und damit der einfachste der zusammengesetzten Atomkerne. Seine Eigenschaften sind sehr genau untersucht, da ihre Deutung für die Theorie der schweren Atomkerne und für die Frage nach der Natur der Kernkräfte eine entscheidende Rolle spielt. Sein elektr. Quadrupolmoment weist darauf hin, daß seine elektr. Ladung nicht genau kugelsymmetrisch, sondern in einem schwach ellipsoidisch gestreckten Raumbereich verteilt ist, woraus Schlüsse über die Spinabhängigkeit der Kernkräfte gezogen werden können.

Wegen seiner Abneigung gegen Anlagerung von Neutronen und seiner Fähigkeit, schnelle Neutronen rasch abzumodern, wird das D_2O als beinahe ideale Bremssubstanz in Kernreaktoren viel verwendet. Das D. wurde 1932 von UREY entdeckt.

K. E. W. FINKELNBURG: Einf. in die Atomphysik (1962).

Deviation, Winkel, um den auf eisernen Schiffen infolge des Eigenmagnetismus der Kompaß vom magnetischen Meridian abweicht.

Devon, der vierte Abschnitt der Paläozoischen Formationsgruppe (→ Erdgeschichte). Gliederung:

Oberdevon-----Dasbergstufe

Hembergstufe

Nehdenstufe

Adorfstufe

Mitteldevon----Givetstufe

Eifelstufe

Unterdevon----Emsstufe (früher Koblenzstufe)

Siegenstufe

Gedinnestufe

Schichten des D. bauen das Rheinische Schiefergebirge, den Harz u. a. Gebirge auf. Wirtschaftlich wichtigste Glieder: Roteisenerze an Lahn und Dill, Massenkalk, Grauwacke, Diabas und Dachschiefer.

Dewarsches Gefäß, Glasgefäß mit Doppelwand, deren Zwischenraum zur Verminderung des Wärmeüberganges evakuiert ist; die inneren Flächen sind glänzend versilbert oder verkupfert, in spez. Form als **Thermosflasche** bezeichnet.

Dextran, ein polymeres Glukosid der Formel $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, das durch Einwirkung von Bakterienenzymen auf Rohrzucker gebildet wird und als Blutplasma-Ersatz bei Blutübertragungen verwendet werden kann.

Dextrin, **Stärkegummi**, Abbaustufen der Stärke, wie diese aus Glukoseeinheiten $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ aufgebaut, jedoch in weit kleinerer Anzahl: $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_4$ u. a. D. tritt beim physiolog. Stoffwechsel auf und ist in der Natur weit verbreitet: im Honig, beim Mälzen des Getreides, in der Bierwürze. Beim Backen bildet es sich in der Kruste des Gebäcks. Beim Stoffwechsel sind es Enzyme (Amylasen), die den Abbau der Stärke bewirken, beim Backprozeß die Hitze. Auf beiden Wegen wird D. auch technisch hergestellt. Durch Röstten werden **weiße** und **gelbe** D. erhalten. Die weißen D. werden in der Appretur, dem Farbdruk und als Pasten-D. (Photokleister) verwendet, die gelben neben anderem als Klebstoffe, zum Gummieren von Briefmarken und Briefumschlägen, zur Herstellung von Büroleim. D.-Klebstoffe bestehen aus D. mit Zusätzen von Borax und Alkali (Russische Schnellbinder), Oxydationsmitteln, z. B. Natriumperborat, hygroskopischen Salzen, z. B. Kalziumchlorid oder -nitrat, Bleichmitteln, z. B. Kalium- oder Ammoniumperisulfat oder Natriumbisulfat.

Dextrose, zu den Aldo-Hexosen gehörige d-Glukose (→ Traubenzucker).

dezi-, vor Maßeinheiten: $\frac{1}{10}$.

Dezibel, abgek. **dB**, Zählungseinheit für die → Dämpfung. Ist etwa U die zu bewertende, geschwächte Größe, U_0 die gewählte Vergleichsgröße, dann ist die Dämpfung in dB gegeben durch $20 \log U_0/U$ ($\log$ = dekadischer Logarithmus). 20 dB entsprechen demnach einer Dämpfung im Verhältnis 10:1. Das D. ist der zehnte Teil eines **Bel** (zu Ehren von G. BELL) und ist in der Praxis, weil bequemer, an seine Stelle getreten.

Dezimalbruch, ein Bruch, dessen Nenner durch eine Potenz von 10 gebildet wird; geschrieben z. B. $0,17 = \frac{17}{100}$; $0,013 = \frac{13}{1000}$.

Ein Bruch läßt sich als D. schreiben, wenn man die durch den Bruchstrich andeutete Division ausführt. Der D. wird ein **endlicher D.**, wenn der Nenner des Bruches nur aus den Primzahlen 2 und 5 zusammengesetzt ist, z. B. $\frac{3}{20} = 0,15$; er wird ein **unendlicher D.**, wenn der Nenner auch andere Primzahlen enthält. Die unendlichen D. stellen über die Brüche (rationale Zahlen) hinaus sämtliche reellen → Zahlen dar.

Dezimalklassifikation, abgek. **DK**, ein System der Dokumentation, das sich der Zehnteilung bedient. Der Wissensstoff wird in 10 Hauptabteilungen gegliedert, die mit 0 bis 9 bezeichnet sind. Jede Hauptabteilung wird durch Zufügung einer zweiten Zahl in 10 Abteilungen zweiter Ordnung zerlegt, diese abermals in je 10 Abteilungen dritter Ordnung usw. Beispiel: 6 Angewandte Wissenschaften, Medizin, Technik; 62 Technik; 622 Bergbautechnik; 622.3 Einzelne Bergbauzweige; 622.33 Kohlenbergbau; 622.332 Braunkohlenbergbau.

Dezimalsystem, das Zahlensystem mit der Grundzahl 10, beruht auf der Benutzung von genau 10 Zahlzeichen (Ziffern) zur Zahlenschreibung. Die Zahl 10 ist mathematisch in keiner Weise vor anderen Zahlen ausgezeichnet; d. h. es sind Zahlensysteme mit allen möglichen Grundzahlen voll gleichberechtigt mit dem D. (→ Dualsystem). Die Schreibweise einer Zahl im D. ist die Abkürzung für die Darstellung dieser Zahl als Potenzreihe von 10: z. B. ist $2371 = 2 \cdot 10^3 + 3 \cdot 10^2 + 7 \cdot 10^1 + 1 \cdot 10^0$; die aneinandergereihten Koeffizienten dieser Reihe ergeben das Zahlzeichen im D. – Einteilung der Münz- und Maßeinheiten nach dem D. bedeutet, daß jede höhere Einheit in 10, 100, 1000 usw. niedere Einheiten geteilt wird.

Dezimalwaage, eine Brückenwaage, → Waage.

Dezimeterv Verbindung, **Dezi-Verbindung**, **Richtfunkstrecke**, Anlage zur drahtlosen Übertragung von Nachrichten, z. B. Fernsehenden, auf **Dezimetervellen** (Wellenlänge 10–100 cm, Höchstfrequenztechnik).

Diabas, altvulkan. Ergußgestein der Gabbros, dunkelgrün bis schwarz mit Plagioklas und Augit als Hauptbestandteil. D. tritt in Form von Stöcken, Gängen, intrusiven und effusiven (häufig submarinen) Decken in paläozoischen Schichten auf, oft begleitet von Tuffen und Lavaströmen. Verwendung als Kleinschlag, Pflaster- und Werkstein.

Diadochie, → Isomorphie.

Diagenese, die physikal. u. chem. Vorgänge der Umwandlung von Sedimenten zu Sedimentgesteinen (Kalkschlamm-Kalkstein, Tonschlamm-Tonschiefer, Sand-Stein).

Diagonale, in der ebenen Geometrie eine gerade Linie, die zwei nicht benachbarte Ecken eines Vielecks miteinander verbindet. Bei geometr. Körpern gehen die **Raum-** oder **Körper-D.** durch das Innere des Körpers, während die **Flächen-D.** in einer Begrenzungsfläche liegen.

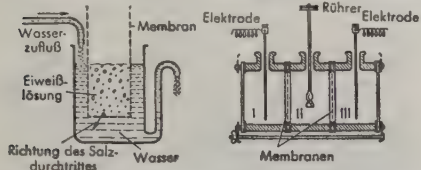
Diagonalschichtung, die → Kreuzschichtung.

Diagramm, graphische Darstellung, **Schaubild**, **Schaubild**, zeichnerische Veranschaulichung von Meß- oder Beobachtungsreihen.

Diallag, → Pyroxene.

Dialyse, die Abtrennung niedermolekularer Begleitstoffe (Salze) aus einer Lösung hochmolekularer Stoffe (Eiweiße, Stärke u. dgl.) durch Einbringung der gemeinsamen Lösung in eine **Dialysierzelle**

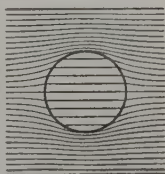
(BILD), ein System von zwei Kammern, die durch eine für Wasser und niedermolekulare Stoffe durchlässige, für die hochmolekularen Stoffe aber undurchlässige Membran aus Pergament, Nitrozellulose, Azetylzellulose, Schweinsblase o. ä. vonein-



Dialyse: links Schema einer Dialyse, rechts Schema eines Elektrodialysators; II Mittelzelle mit der zu dialysierenden Lösung; I, III Außenzellen mit Pufferlösung.

ander getrennt sind. In das Wasser dialysieren z. B. die Salze, die die Membran passieren, so daß die Lösung z. B. des Eiweißes mehr und mehr daran verarmt und schließlich gänzlich frei wird von niedermolekularen, 'dialysablen' Bestandteilen. – Die Schnelligkeit und Vollständigkeit der D. kann durch Anlagen elektr. Spannung an die wasserführenden Außenzellen sehr gefördert werden (Elektro-D.). Die D. dient meist zur Reinigung gelöster hochmolekularer Stoffe.

Diamagnetismus, ein im äußeren magnet. Feld induzierter Magnetismus, tritt bei allen Stoffen auf, kann aber in der Regel nur dann beobachtet werden, wenn er nicht durch $\rightarrow$ Paramagnetismus oder $\rightarrow$ Ferromagnetismus verdeckt wird. Die Atome oder Moleküle rein diamagnetischer Stoffe, wie z. B. Wismut oder Wasser, besitzen kein magnetisches Moment, da die von ihren kreisenden Elektronen hervorgerufenen Magnetfelder sich gerade aufheben. Beim Einschalten eines äußeren Magnetfeldes geraten jedoch die magnet. Achsen und auch die Drehimpulsachsen in Präzessionsbewegungen um die Achse des Magnetfeldes (*Larmorpräzession*). Diese Bewegungen wirken wie zusätzliche elementare Ströme, deren Magnetfelder dem äußeren entgegenwirken (WEBER 1852). Die Feldlinien des äußeren Feldes scheinen also aus dem diamagnetischen Körper herausgedrängt zu werden (BILD); im inhomogenen Feld wirkt auf den Körper eine nach Stellen kleinerer Feldstärke, also im allgemeinen nach außen, gerichtete Kraft. Die $\rightarrow$ Suszeptibilität ist negativ, die $\rightarrow$ Permeabilität daher kleiner als 1.



Diamagnetismus: Verhalten eines diamagnetischen Körpers im magnetischen Feld.

Diamant, kubisches Mineral, reiner Kohlenstoff, farblos, seltener hell farbig oder schwarz; Dichte 3,52, Härte 10. Auf der hohen, für Strahlen verschiedener Farbe stark unterschiedlichen Lichtbrechung (Brechzahl 2,41 für rotes, bis 2,47 für violettes Licht) beruht sein starkes Farbenspiel oder *Feuer*. Der D. kommt, meist in Oktaedern kristallisiert, primär in stark basischen Schlotausfällungen, dem Blue Ground der Pipes Südafrikas, vor. Meist wird er jedoch lose in Seifen in Süd- und Mittelfrika, Indien und Brasilien gefunden. Die klaren D. gehören zu den kostbarsten Edelsteinen, die dichten und radialstrahligen Aggregate (*Bort*, *Ballas*) und schwarzen D. (*Carbonado*) finden zu Bohr- und Schleifzwecken Verwendung. 1951 wurden etwa 80 % der aufgefundenen D. für industr. Zwecke verwendet, und zwar a) un bearbeitet, also mit Naturkanten, für Tiefbohrkronen, Gesteinsbohrer, Gesteinssägen, als Drehwerkzeuge für Porzellan, Kunststein, gehärteten Stahl, als Abrichtwerkzeuge für Schleifscheiben, als Glasschneider; b) geschlif-

fen als Bearbeitungswerkzeuge für Papierwalzen, Kunststoffe, als Bohrer für Steine, Edelsteine, Glas, zum Feinstdrehen und Feinstbohren von Nicht-eisenmetallen, als Prüfkörper für Härteprüfgeräte, als Taster für Feinmeßgeräte und als Ritzschreiber; c) gehört als Ziehsteine für Draht, als Preßdüsen; d) pulverförmig zum Sägen, Bohren, Gravieren, Polieren, Schleifen von Glas, Edelstein, Kohle, zum Schleifen und Läppen von Hartmetall. Durch Sintern von D.-Teichen und Metallpulvern werden die *D.-Metalle* hergestellt. Seit 1955 werden kleine Industrie-D. durch Anwendung höchster Temperaturen und Drucke auch synthetisch hergestellt.

Diaminfarbstoffe, die Benzidinfarbstoffe. **Diaphragma**, poröse Scheidewand, z. B. zwischen zwei Elektrolyten, die den Stromdurchgang ermöglicht. **D.-Pumpe**, eine Membranpumpe, ist unempfindlich gegen Verunreinigungen, geeignet zum Pumpen verschmutzter, verschlammter Flüssigkeiten.

Diapir, tektonische Form in Erdöl- und Salzlagern.

Diapositiv, abgek. *Dia*, photograph. Bild auf durchsichtigem Träger (Glas, Film usw.). D. dienen zu Projektionszwecken, im Reproduktionsverfahren zum Kopieren auf die Druckplatte.

Diaskop, Diaprojektor, ein $\rightarrow$ Bildwerfer.

Diapor, rhomb. Mineral, $AlO(OH)$, weiß oder farbig, kommt in blättrigen Aggregaten oder tafelförmigen Kristallen in metamorphen Gesteinen vor.

Diastase, *Amylase*, eines der ersten bekanntgewordenen $\rightarrow$ Enzyme, enthalten in zahlreichen Pflanzenteilen. D. verwandelt Stärke in stufenweisem Abbau in lösliche Zuckerarten und ermöglicht so den Transport der Kohlenhydrate innerhalb der Pflanze und den Abbau der tier. Stärke im Stoffwechsel (Bauchspeicheldrüsen-Amylase, Ptyalin des Speichels). In der Gärungstechnik leiten D. enthaltende Produkte (z. B. keimende Gerstenkörner) den Maischprozeß ein ($\rightarrow$ Branntwein).

Diatomeenerde, $\rightarrow$ Kieselgur.

Diazeton, *Diazetonalkohol*, ein aliphatischer Ketonalcohol, gutes Lösungsmittel für Lacke, Kolloidum, Azetylzellulose, Chlorkautschuk usw.

Diazetyl, $CH_3-CO-CO-CH_3$, ein Diketon, ein Aromastoff der Butter.

Diazoniumverbindungen entstehen bei der Einwirkung von salpetriger Säure auf primäre arom. Amine (*Diazotierung*). Es gelingt auf diese Weise, in den leicht zugänglichen arom. Aminen die NH_2 -Gruppe über die D. durch zahlreiche andere Reste zu ersetzen und viele Verbindungen bequem darzustellen.

Diabelmaschine, eine $\rightarrow$ Drillmaschine für Horstsart.

Dichlordiäthylsulfid, *Lost*, $S(CH_2CH_2Cl)_2$, ein als 'Gelbkreuz' verwendeter, sehr wirksamer chem. Kampfstoff. D. ist eine ölige, schwer flüchtige Flüssigkeit mit meerrettich- oder senfartigem Geruch (*Senfgas*). In gasförmiger Form greift es bes. die Atmungsorgane und die Augen an. Flüssiges D., das direkt oder durch die Kleider auf die Haut kommt, führt zu starker Blasenbildung und schwer heilenden Wunden. Auf der Haut wird D. durch Chloramin, im Gelände durch Chlorkalk zerstört. D. wird neuerdings bei der Behandlung von Tumoren verwendet.

Dichlorphenoxyessigsäure, abgek. *2,4-D.*, ein sehr wirksamer Wachstums- $\rightarrow$ hemmer, der zur selektiven Vernichtung von Unkräutern verwendet wird. Die Pflanzen gehen ein infolge von desorganisierten, übermäßigen Zellteilungen.

Dichroismus, $\rightarrow$ Kristall.

Dichroit, $\rightarrow$ Cordierit.

Dichte, genauer *Massen-D.*, die in der Raumeinheit (*Raum-D.*) oder in der Flächeneinheit (*Flächen-D.*) enthaltene Masse; allgemein eine in der Raumeinheit (Flächeneinheit) enthaltene physikalische Größe, z. B. *Impuls-D.*, der in der Raumeinheit enthaltene Impuls, *Energie-D.*, *Ladungs-D.* u. a. *Strom-D.*, der Strom je Flächeneinheit des Leiter-

dichtpolen – Dieselmotor

querschnitts, *Tropfen-D.* die Tropfenzahl je Längeneinheit auf einer Spur in der Wilsonschen Nebelkammer (*Linien-D.*). – Die Massen-D. wird bestimmt durch Ermittlung von Masse (Gewicht) und Rauminhalt, bei festen Körpern durch die Mohrsche Waage, bei Flüssigkeiten durch das Aräometer.

DICHTEZAHLEN EINIGER STOFFE

Feste Stoffe	Flüssigkeiten	Gase bei 0°C und 760 Torr Druck
Aluminium ... 2,69	Wasser bei 4°C ... 1	Wasserstoff ... 0,00009
Blei ... 11,35	Glycerin .. 1,26	Helium .. 0,00018
Eisen 7,5–7,8	Petroleum .. 0,8	Kohlendioxid .. 0,00198
Kork 0,20–0,35	Quecksilber 13,55	Luft ... 0,00129

Dichtezahl (spezifisches Gewicht), die D. eines Körpers im Verhältnis zur D. des Wassers ($= 1 \text{ g/cm}^3$); ist zahlenmäßig gleich der D., aber dimensionslos.

dichtpolen, das Austreiben von SO_2 aus dem bei der Verhüttung erschmolzenen Kupfer durch Eintauchen grüner Laubholzstämme.

Dichtung, Liederung, Packung, soll den Übertritt von Gasen, Dämpfen, Flüssigkeiten durch Fugen, Risse u. dgl. verhindern. Z. B. werden die Teile einer Rohrleitung an den Flanschen durch Dichtungsplatten, die Kolben von Dampf- und Verbrennungskraftmaschinen durch Kolbenringe, Durchführungen von Kolbenstangen durch Stopfbüchsen abgedichtet. Als D.-Material dienen Papier, Gummi, Asbest, Leder, Hartblei, Kupfer und Kunststoffe. Eine besondere Form der D. ist die *Labyrinth-D.* bei Dampf- und Gasturbinen. Schneidenartige Ringe im Gehäuse umschließen den Grund von Ringnuten in der Turbinenwelle mit geringem Spiel (oder umgekehrt). Jeder dieser Dichtkämme bildet mit der Nut eine Drosselstelle für den entweichenden Dampf, der stufenweise seinen Druck verliert.

Im **WASSERBAU** wird durch Einbau von Kernen, Schürzen und Sohlen aus Ton, Beton sowie von Spundwänden und Mauern das Versickern angestaunten Wassers in tieferliegende Gebiete verhindert. Holzbalken, Federbleche und Gummikörper ermöglichen an Schleusen- und Sektoren und an Wehrverschlüssen einen wasserdichten Abschluß.

Dichtungsring, eine ringförmige → Dichtung, als *Wellendichtung* eine Manschette aus Leder, Kunststoff oder Gummi, die durch eine Ringfeder angegedrückt wird.

Dickspülung, Tonaufschlammung, die im Bohrloch bei der Tiefbohrung zum Umlauf gebracht wird. Ihr Volumengewicht und ihre Viskosität sind höher als beim Wasser. Die Vorgänge in ihr gehören in das Gebiet der Kolloidchemie. Die D. soll das Gestein in der Bohrlochwandung am Hineinbrechen hindern. Reicht die Wichte der Dickspülung nicht aus, so muß *Schwerspülung* verwendet werden (Baryt usw.).

Dielektrikum, ein Stoff, in dem ein statisches elektr. Feld auch ohne beständige Ladungszufuhr bestehen bleibt (→ Isolierung).

Dielektrizitätskonstante, Zeichen ϵ , das Verhältnis der dielektrischen Verschiebungsdichte $\mathcal{D}$ zur elektrischen Feldstärke $\mathcal{E}$: $\epsilon = \mathcal{D}/\mathcal{E}$. Es ist $\epsilon = \epsilon_{\text{rel}} \epsilon_0$; die relative D. ϵ_{rel} eine reine Zahl, ist eine Materialkonstante, die absolute D. des Vakuums ϵ_0 , auch elektr. Feldkonstante, Influenzkonstante oder Verschiebungskonstante genannt, ist gleich $8,8542 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$.

RELATIVE DIELEKTRIZITÄTSKONSTANTEN EINIGER STOFFE

Bernstein 2,9	Holz 2,5–6,8
Condensa C und F 80	Papier (troken) 1,6–2,6
Eis 3,1	Paraffin 1,9–2,3
Glas 5–16	Quarz 4
Glimmer 4–8	Trolitul 2,2–2,5
Hartgummi .. 2,5–3,5	Wasser 80,8

In manchen Fällen ist die D. frequenzabhängig.

Dielektrometrie, Präzisionsmessung der Dielektrizitätskonstante mehrphasiger Systeme zur Bestimmung der Phasenanteile; praktisch z. B. in der Erdölindustrie zur Wassergehaltsbestimmung von Mineralölen angewendet.

Diene, Diolefine, Kohlenwasserstoffe mit zwei Doppelbindungen. Besonders wichtig sind die D., die wie das *Butadien* konjugierte Doppelbindungen enthalten. Sie können zahlreiche Stoffe mit einer einfachen Doppelbindung unter Bildung zyklischer Verbindungen addieren (*Diensynthesen* von **DIELS** und **ALDER**, Nobelpreis 1950).

Diesel, Rudolf, Ingenieur, * 1858, † 1913, plante seit 1878 eine Verbesserung des Verbrennungsmotors. Er veröffentlichte 1893 die Schrift »Theorie und Konstruktion eines rationellen Wärmemotors« und entwickelte in Augsburg 1893/97 in zäher Arbeit den *Dieselmotor*. Den Bau übernahm die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg (1897).

E. DIESEL: D. der Mensch, das Werk, das Schicksal (*1953).

dieselelektrischer Antrieb, ein Fahrzeug- und Schiffsantrieb. Dieselmotoren treiben Gleichstromgeneratoren an, die die Antriebsmotoren speisen.

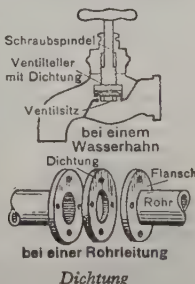
dieselhydraulischer Antrieb, ein Fahrzeug- und Schiffsantrieb, bei dem die Leistung eines Dieselmotors über ein Flüssigkeitsgetriebe auf die Treibräder übertragen wird.

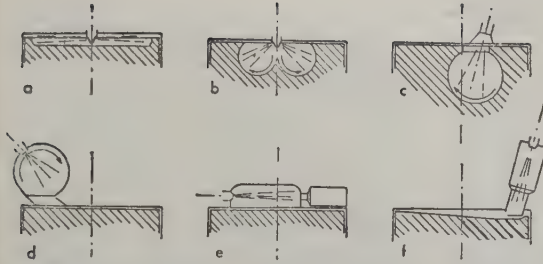
Dieselmotorkraftwerk, ein → Kraftwerk mit Dieselmotoren als Antriebsmaschinen.

Dieselmotor, eine nach **RUDOLF DIESEL** benannte Verbrennungskraftmaschine. In ihrem Zylinder wird reine Luft angesaugt und durch den Kolben so hoch verdichtet, daß der kurz vor dem oberen Totpunkt in den Zylinder eingespritzte zerstäubte Kraftstoff durch die entstehende Verdichtungstemperatur von etwa 600°C zündet und rasch verbrennt. Durch die Verbrennung steigen Temperatur und Druck weiter an, die heißen Gase treiben den Kolben nach unten und leisten damit mechan. Arbeit. Als Kraftstoff dient meist Gasöl (Dieselöl, Schweröl), das höher siedet, eine höhere Dichte und größere Zähigkeit, jedoch niedrigere Zündtemperatur als Benzin hat und billiger ist. Da der Einspritzvorgang noch andauert, während schon der erste Kraftstoff sich entzündet und der Kolben abwärts geht, steigt der Druck nicht sehr weit über den Verdichtungsdruck an. Der D. ist die Wärmekraftmaschine mit dem höchsten thermischen Wirkungsgrad.

Verdichtung	Ottomotor	Dieselmotor
V.-Verhältnis ..	1:5 bis 1:12	1:14 bis 1:21
V.-Enddruck ...	7 bis 25 kg/cm ²	30 bis 50 kg/cm ²
Höchstdruck ...	25–50 kg/cm ²	50 bis 100 kg/cm ²

Bei der *unmittelbaren Einspritzung* wird der Kraftstoff direkt in den Verdichtungsraum des Zylinders gespritzt. Da hierbei eine völlig gleichmäßige Verteilung des Kraftstoffes nie erreicht werden kann, ist es notwendig, den Motor mit hohem Luftüberschuß zu betreiben, d. h. etwa 60 % mehr Luft zu verwenden, als für vollkommene Verbrennung theoretisch notwendig wäre. Das verringert die erreichbare Leistung bei direkter Einspritzung; der spezif. Verbrauch ist jedoch sehr günstig: 150 bis 180 g/PS h Gasöl. Um auch leichtsiedende und schwerzündende Kraftstoffe im D. verbrennen zu können, wurden halbkugel- bis kugelförm. Brennräume im Kolben mit Mündung nach dem Zylinderraum entwickelt, in die die Luft mit zusätzlicher Drehbewegung ein-





Dieselmotor: Brennräume. a-c direkte Einspritzung; a ursprüngliche Form, b Saurer, c MAN; d Wirbelkammer (Ricardo), e Luftspeicher (Lanova), f Vorkammer.

gesaugt wird, wodurch die Gemischbildung unterstützt wird (MAN und SAURER). Der Vorkammer-D. hat eine mit dem Hauptbrennraum durch einige enge Bohrungen in Verbindung stehende längliche Vorkammer, die etwa ein Viertel der verdichteten Luft aufnimmt und in der der Kraftstoff eingespritzt wird. Er entzündet sich, verbrennt teilweise, wodurch heißes Gas und Kraftstoff in den Hauptraum ausgeblasen werden, wo die Hauptmenge des Kraftstoffes völlig verbrennt. Beim Wirbelkammer-D. wird der Kraftstoff in eine mit einer größeren Öffnung mit dem Hauptraum verbundene Kammer eingespritzt, die fast die ganze Verbrennungsluft aufnimmt. Die Verbrennung findet vorwiegend in der Kammer statt. Beim Luftspeicher-D. wird ein Teil der Luft von einem Speicher aufgenommen, der eine mäßig enge Verbindung mit dem Hauptraum hat. Der Kraftstoff wird in den Hauptraum so eingespritzt, daß ein Teil in den Luftspeicher gerät und dort verbrennt. Dadurch steigert sich der Druck im Luftspeicher, ein Teil des Gases wird aus ihm – meist gegen den Kraftstoffstrahl – ausgeblasen; dieser verdampft, wird mitgerissen und im Brennraum verteilt. Die drei letztgenannten Motorenarten ergeben hohe Leistung, aber etwas höheren Verbrauch als die direkte Einspritzung, 165 bis 200 g/PSH. – Die allgemeine Entwicklung im D.-Bau hat zum Vielstoffmotor geführt.

Große und mittlere D. dienen zur Kräftezeugung in Kraftwerken, auf Schiffen, auf Lokomotiven, in Eisenbahntriebwagen; mittlere und kleine D. bei Kraftfahrzeugen, Schleppern, im Kleingewerbe als Kraftmaschinen, im Baugewerbe und in der Landwirtschaft. Bei Schiffsd. kann die Drehrichtung zur

Rückwärtsfahrt durch eine Umsteuerungsvorrichtung geändert werden. Für Fahrzeug-D. wird geringes Leistungsgewicht, große Hubraumleistung, geringer spezifischer Verbrauch, kleiner Raumbedarf und mit abnehmender Drehzahl zunehmendes Drehmoment gefordert. In Lastkraftwagen werden D. heute fast allgemein angewendet, seltener im Personenkraftwagen; bei Schienenfahrzeugen haben sie sich in Triebwagen sowie kleinen und großen Lokomotiven bewährt.

E. BAENTSCH: D.-Praxis (*1960).

Dietrich, ein hakenförm. Draht zum Öffnen von Schloßern.

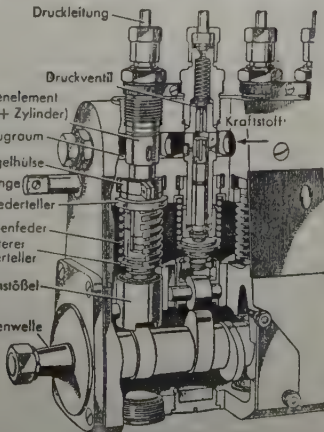
Dietze-Anleger, ein Dreheiseninstrument mit angebautelem Stromwandler, das zur Messung von Wechselströmen dient. Der Eisenkern des Stromwandlers ist wie eine Zange aufklappbar. Dadurch kann der Leiter, in dem der Strom gemessen werden soll, einfach umfaßt werden. Die Wirkungsweise des D. beruht auf dem Durchflutungs- und Induktionsgesetz.

Differentialgetriebe, → Kraftwagen.

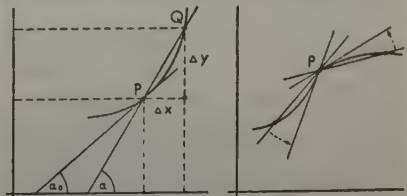
Differentialgleichung, eine Gleichung, in der neben einer Funktion auch ihre Differentialquotienten oder Ableitungen (→ Differentialrechnung) auftreten. Unter einer Lösung einer D. versteht man eine Funktion, die, zusammen mit ihren Ableitungen der D. für alle Werte der Variablen genügt. Die Lösungen einer D. bezeichnet man auch als ihre Integrale, weil man sie bei den bes. einfachen D. der

Art $\frac{ds}{dt} = f(t)$ durch einfaches Integrieren der Funktion $f(t)$ gewinnt (→ Integralrechnung). Die Lösungen sind nicht eindeutig bestimmt, sondern hängen noch von Integrationskonstanten ab; bei der Anwendung der D. zur Beschreibung physikal. Vorgänge werden sie durch die Anfangs- oder Randbedingungen des physikal. Problems zusätzlich festgelegt. – Nicht immer gehören die Lösungen einer D. zu den einfachsten bekannten Funktionen wie etwa x^n oder $\sin x$, sondern man verwendet umgekehrt mitunter die D. zur Definition neuer, für Mathematik und Physik wichtiger Funktionen. – Wenn in der gesuchten Funktion mehrere Variable und damit in der D. auch partielle Ableitungen auftreten, spricht man von einer partiellen D. Die D. haben für die Physik sehr große Bedeutung; verwickelte, insbes. partielle D., sind aber oft nur schwer lösbar. Für die Lösung wichtiger D. benutzt man heute vielfach maschinelle Hilfsmittel (elektronische Rechengerräte, Integrieranlagen).

Differentialrechnung, ein Teilgebiet der Mathematik, auf dem die Funktionentheorie, die Differentialgeometrie und große Teile der theoretischen Physik beruhen. Geometrisch gelangt man zur D. durch die Aufgabe, die Tangente an eine Kurve in einem gegebenen Kurvenpunkt als Grenzlage der Sekanten durch diesen Punkt zu definieren, physikalisch z.B. durch die Aufgabe, die Geschwindigkeit eines ungleichförmig bewegten Körpers in einem bestimmten Zeitpunkt zu erklären. Beide Aufgaben haben das Ziel, die Schnelligkeit der Änderung einer in



Einspritzpumpe mit Schrägkantenregelung für einen Lastwagen-Dieselmotor



Differentialrechnung

Differentialschraube – Diffusion

einem räumlichen (geometr. Beispiel) oder zeitlichen (physikal. Beispiel) Intervall variablen Größe an einer Stelle des Intervalles zu bestimmen. Das ist nur dann möglich, wenn die Größe durch eine Funktion $f(x)$ beschreibbar ist, deren Argument x die einzelnen Stellen des Intervalles festlegt. Die $D.$ vermindert die Differenz zwischen zwei Werten des Argumentes bis zum schließlichen Verschwinden und vergleicht mit ihr fortwährend die Differenz der zugehörigen Funktionswerte: Das Verhältnis (der Quotient) beider Differenzen braucht dabei selbst nicht Null zu werden, sondern strebt bei einer differenzierbaren Funktion gegen einen $\rightarrow$ Grenzwert.

Die geometr. Darstellung einer differenzierbaren Funktion $y = f(x)$ ist eine ebene Kurve (BILD, links). Das Verhältnis der Funktionsdifferenz Δy zur zugehörigen Argumentdifferenz Δx stellt ersichtlich gerade den Tangens der zugehörigen, durch P und Q gehenden Sekante dar: $\tan \alpha = \Delta y / \Delta x$. Läßt man Δx immer kleiner werden, wobei man den Punkt P festhält, so geht die Sekante schließlich in die Kurventangente in P über, die eine ganz bestimmte Neigung besitzt. Dieser Neigung entspricht der Grenzwert, gegen den die Differenzquotienten $\Delta y / \Delta x$ wandern (konvergieren), wenn Zähler und Nenner immer kleiner werden. Man bezeichnet diesen Grenzwert als den *Differentialquotienten* oder die *Ableitung* der Funktion $f(x)$ für $x = x_0$ und schreibt ihn $\frac{dy}{dx}$ oder $\frac{df(x)}{dx}$ oder y' oder $f'(x_0)$. Funktionen, für die in x_0 der Differentialquotient $\frac{dy}{dx}$ eindeutig existiert, nennt man *differenzierbar* für $x = x_0$; die Berechnung von $\frac{dy}{dx}$ nennt man *Differentiation*.

Berechnet man den Differentialquotienten f' der Funktion f an jeder Stelle x_0 , so ergibt sich in der Zuordnung $x_0 \rightarrow f'(x_0)$ eine neue Funktion f' von x . Sie heißt die *Derivierte* oder die (erste) *Ableitung* von $f(x)$. Zweite und höhere Ableitungen erhält man durch Differentiationen der ersten Ableitung usw. Man schreibt für sie y'' oder $\frac{d^2y}{dx^2}$ usw.

Man hat die $D.$ mitunter das Rechnen mit unendlich kleinen Größen' oder zusammen mit der Integralrechnung die *Infinitesimalrechnung* genannt. Doch ist diese Bezeichnung irreführend, da alle Größen, mit denen in der $D.$ gerechnet wird, stets ungleich 0 bleiben. Die Auffassung des Differentialquotienten $\frac{dy}{dx}$ als Quotienten der beiden *Differentiale*

dy und dx erfordert noch eine sehr sorgfältige Analyse. Für Funktionen von mehreren Variablen, z.B. $f(x_1, x_2)$ definiert man als *partielle Ableitung* $\frac{\partial f}{\partial x_1}$ den Differentialquotienten derjenigen Funktion einer Variablen x_1 , die man erhält, wenn man die zweite Variable konstant hält, analog $\frac{\partial f}{\partial x_2}$. Für $\frac{\partial f}{\partial x_1}$ schreibt man auch f_{x_1} oder $\partial_1 f$.

GESCHICHTE. LEIBNIZ und **NEWTON** schufen unabhängig voneinander Ende des 17. Jahrh. die $D.$ und Integralrechnung. **EULER**, die Brüder **BERNOULLI**, **LAGRANGE**, **CAUCHY** u. a. bauten sie weiter aus und lösten eine große Zahl schwieriger Probleme aus den Gebieten der Geometrie, der größten und kleinsten Werte, der Reihen und der Mechanik. 1949 entwickelte **L. SCHWARTZ** die Theorie der $\rightarrow$ Distributionen.

H. v. MANGOLDT u. **K. KNOPP**: Einf. in die höhere Mathematik, 2 (1956); **R. ROTHE**: Höhere Mathematik für Mathematiker, Physiker u. Ingenieure, 1 (1960).

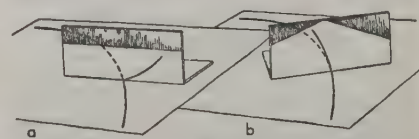
Differentialschraube, eine Schraube, auf deren Schaft zwei Gewinde mit gleichem Windungssinn, aber verschiedener Ganghöhe geschnitten sind. Auf jedem Gewinde sitzt eine Mutter. Eine ders. ist unbeweglich, die andere nur gegen Verdrehung, nicht aber gegen axiale Translation gesichert. Bei einer Drehung des Gewindes bewegt sie sich in axialer Richtung, aber nur um die Differenz beider Gang-

höhen. Man kann deshalb die $D.$ zu sehr genauen Messungen (bis $1/100$ mm) kleiner Abstände benutzen. Verwendung finden $D.$ auch zu Verspannungszwecken. Nach dem gleichen Prinzip können bei *Differentialpressen* und -winden sehr große Kraftübersetzungen erzielt werden.

Differenz, das Ergebnis der Subtraktion zweier Zahlen. *Differenzenrechnung*, ein Teilgebiet der Mathematik, das einerseits die Lösung von *Interpolationsaufgaben* umfaßt, andererseits der Differential- und Integralrechnung insofern vorausgeht, als ein *Differentialquotient* der Grenzwert von *Differenzenquotienten* ist.

Differenzverstärker, elektr. oder elektron. Gerät zum Verstärken der Differenz zweier Größen, angewendet z.B. bei der Steuerung von Reaktoren. Benutzt werden Röhrenverstärker mit zwei Eingangsgrittern, Magnetverstärker mit zwei Steuerwicklungen, Kipperschaltungen, Relaischaltungen u. a.

Differenziergeräte, mathemat. Geräte zum Bestimmen der Kurvenrichtung in einem Punkt einer gezeichneten Kurve. Das *Spiegellineal* liefert die Senkrechte zum Kurvenstrich, wenn man es so anlegt, daß der Kurvenstrich ohne Knick in sein Spie-



Differenziergeräte 1: Spiegellineal, a schräg, b rechtwinklig zur Kurve angelegt.



Differenziergeräte 2: Prismenderivator; a Seitenansicht, b Aufsicht bei senkrechter, c bei schräger Einstellung zur Kurve.

gelbild übergeht. Beim *Derivometer* benutzt man ähnlich die Spiegelung an der Kettfläche einer in der Mitte geteilten Kugellupe. Der *Prismenderivator* enthält ein Glasprisma, in dem die Bilder zweier Kurvenäste nur dann ohne Sprung ineinander übergehen, wenn das Prisma senkrecht zur Kurve eingestellt ist. Der *Differentiograph* liefert die Richtungs-(Ableitungs-)Kurve in einem Zuge, nicht nur punktweise, wenn man eine Strichmarke laufend in Richtung der zu differenzierenden Kurve hält.

Diffusion, die gegenseitige Durchdringung einander berührender Gase, mischbarer Flüssigkeiten oder verschieden konzentrierter Lösungen infolge der Wärmebewegung ihrer Moleküle (z.B. Wasser über Zuckerlösung). Die $D.$ ist von Stellen höherer nach Stellen geringerer Konzentration gerichtet. Die durch 1 cm^2 je s in der x -Richtung hindurchdiffundierende Menge m ist nach dem *Fickschen Gesetz* (1855) gleich der *Diffusionskonstanten* D multipliziert mit dem Konzentrationsgefälle dc/dx , also $m = D \cdot dc/dx$.

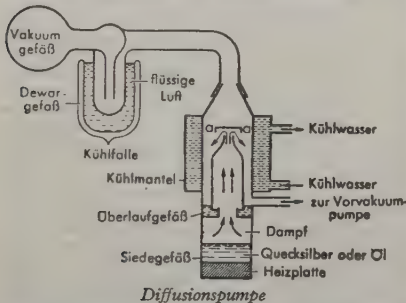
An der Grenzfläche fester Körper findet ebenfalls eine, wenn auch viel langsamere $D.$ statt (z.B. Gold/Blei). Sie wird durch Erwärmen beschleunigt. Dies nutzt man beim *Diffusionsglühen*, einer Wärmebehandlung zur Verbindung von Metallen oder Legierungsschichten durch Bildung von Legierungszonen.

$D.$ heißt auch das langsame Durchtreten von Flüssigkeiten (Lösungen) und Gasen durch poröse Wände, z.B. aus gebranntem Ton, oder Membranen aus Kolloidum, tierischer Haut o. ä. ($\rightarrow$ Dialyse). Leichte Moleküle diffundieren wegen ihrer größeren Molekulargeschwindigkeit schneller als schwere. Besteht der diffundierende Stoff aus verschiedenen schweren Teilchen, so kann durch die $D.$ eine teil-

weise Entmischung der Teilchen eintreten. Die Diffusionsstrennung von Isotopen dient heute großtechnisch zur Trennung von U 234, U 235, U 238.

Diffusionsnebelkammer, luftgefüllte → Nebelkammer mit vertikalem Temperaturgefälle vom Deckel nach dem Boden, in der ständig Alkoholdämpfe von oben nach unten diffundieren und dabei etwa in Kammermitte einen bleibenden Bereich übersättigten Dampfes bilden.

Diffusionspumpe, die wirkungsvollste Pumpe zur Erzeugung von Drucken bis etwa 10^{-9} Torr (→ Hochvakuumtechnik) in abgeschlossenen Gefäßen; erfunden von W. GAED 1913. Wirkungsweise (BILD): An den Pumpenkörper ist oben das auszupumpende Gefäß und seitlich eine Vorvakuumpumpe angeschlossen. Im Siedegefäß wird eine Flüssigkeit, das Treibmittel, verdampft. Die Dämpfe steigen auf und werden durch die Haube a wieder nach unten umgelenkt. Die von oben her eindringenden abzupumpenden Gase werden in dem Spalt zwischen Kühlmantel und Haube von dem gasfreien Dampfstrom durch Diffusion aufgenommen und nach ab-



wärts in Richtung auf das Vorvakuum mitgeführt. Schließlich werden die Dämpfe an der Wand des Kühlmantels wieder zu Flüssigkeit kondensiert und fließen in das Siedegefäß zurück. Die übrigbleibenden verdichteten Gase werden von der Vorvakuumpumpe abgesaugt. Als Treibmittel verwendet man Quecksilber (Quecksilber-D.) und organ.-chem. Flüssigkeiten (Öl-D.), z.B. Mineralölfractionen mit sehr niedrigem Dampfdruck als Apiesonöle, Phthalsäureester als Octoil oder Sebaziensäureester als Octoil S und Silikone. Um zu verhindern, daß Dämpfe des Treibmittels oder kondensierter Gase in das Vakuumpfäß gelangen, werden zwischen Pumpe und Vakuumpfäß Kühlfallen angeordnet.

Diffusor, STRÖMUNGSTECHNIK: ein in der Strömungsrichtung allmählich erweitertes Stück des Strömungskanal zur Umsetzung von Geschwindigkeit in Druck (Umkehrung der Düse), bes. in Windkanälen und Dampfturbinen häufig verwandt.

Digitatik, die elektronische Zähltechnik und ihre Anwendungen.

digital, ziffernmäßig. **Digitalrechner**, Rechenanlagen, bei denen Rechengrößen und Befehle in ziffernmäßiger Form dargestellt werden.

Diktiergerät, **Diktiermaschine**, elektroakustisches Gerät zum Aufnehmen, Speichern und Wiedergeben gesprochenen Textes, besonders für Diktate im Bürobetrieb und zum Festhalten von Telefongesprächen, Vorträgen, Konferenzen u. dgl. Moderne Geräte arbeiten mit hochwertiger magnetischer Aufzeichnung auf Magnetton-Platte, -Draht oder -Band mit Eisenoxidbelag (→ Magnettonverfahren). Die Aufzeichnung kann über Kopfhörer oder Lautsprecher beliebig oft abgehört werden; nach Gebrauch wird der Tonträger durch einen Magneten gelöscht und neu benutzt.

Dilatation, 1) die Ausdehnung (Verlängerung) eines Körpers durch äußere Kräfte (z.B. Spiralfeder) oder Wärme.

2) Zeitdilatation, → Relativitätstheorie.

Dilatometer, Gerät zur Messung der → Ausdehnung

von Körpern beim Erwärmen. Meßprinzip für Flüssigkeiten: Steighöhe in einer Kapillare, für feste Körper: Hebelübertragung, Interferenzkomparator.

Diluvium, untere, ältere Abt. des Quartärs.

Dimension, 1) MATHEMATIK: eine Kurve hat die D. eins, eine Fläche die D. zwei, Daß ein Raum dreidimensional sei, drückt man dadurch aus, daß man einen Punkt im Raum durch Angabe von drei Strecken, allgemeiner drei Koordinaten festlegen kann. Bei einer Kurve im Raum sind die Koordinaten x_1, x_2, x_3 der Kurvenpunkte Funktionen einer Variablen oder eines Parameters, bei der Darstellung einer Fläche hängen die x_1, x_2, x_3 von zwei Parametern ab. Diese Feststellung läßt sich auf die D. von Punktmannigfaltigkeiten in höherdimensionalen Räumen verallgemeinern: D. = Anzahl der zur Darstellung benötigten Parameter.

2) PHYSIK: ursprünglich die abgekürzte Mitteilung der eine Größe definierenden Meßvorschrift. Z. B. definiert man Geschwindigkeit als Länge dividiert durch Zeit; also hat die Geschwindigkeit v die Dimension $[v] = LT^{-1}$. Entsprechend gilt: Beschleunigung $b = \frac{\text{Geschwindigkeit}}{\text{Zeit}}$; also $[b] = \frac{[v]}{T}$

$= LT^{-2}$, wenn man $[v] = LT^{-1}$ einsetzt. Die Größen L und T (Länge und Zeit) nennt man die Grundgrößen, auf die sich die D. der abgeleiteten Größe bezieht. Die D. einer Größe ist also ein Potenzpunkt der Grundgrößen. Anzahl und Art der Grundgrößen bestimmen das jeweils benutzte → Maßsystem.

Dimensionsanalyse, **Dimensionsanalyse**, umfaßt alle Verfahren, mit denen man aus der Anzahl und Art der in einem physikalischen Vorgang auftretenden dimensionsbehafteten Variablen und Konstanten bis auf einen konstanten Faktor das den Vorgang bestimmende Naturgesetz zu erschließen sucht.

Dimethylsulfat, $(CH_3)_2SO_4$, wichtiges Methylierungsmittel in der organ. Chemie; sehr giftig.

Dimorphie, → Polymorphie.

DIN, Deutsche Industrie-Norm, die vom Deutschen Normenausschuß (→ DNA) als Arbeitsergebnisse seiner Ausschüsse herausgegebenen Normen.

DIN-Format, → Papierformate.

DIN-Grade, Empfindlichkeitsangabe für photograph. Negativmaterial für bildmäßige Schwarz-Weiß-Photographie nach der deutschen Norm (DIN 4512), → Photographie.

Dinasteine, hochwertig feuerfeste Steine aus Quarz mit Ton als Bindemittel bei der Formung.

Diode, → Elektronenröhre.

Diopsid, → Pyroxene.

Dioptras, trigonale, smaragdgrünes Mineral, $CuSiO_3 \cdot H_2O$, kommt auf Klüften im Dolomit in den Anden und in Afrika vor.

Dioptr, ein Gerät zum Anvisieren eines Zieles. Es besteht aus dem Okular- und dem Objektivteil, zwischen denen ein geeigneter Abstand liegt. Meist dient als Okular eine Metallplatte mit einer kleinen runden Öffnung, als Objektiv ein Fadenkreuz.

Dioptrineal, ein etwa 25 cm langes Lineal, dessen Enden D. tragen. Verwendung bei einfachen graphischen → Triangulationen.

Dioptrie, Maßeinheit für die brechende Kraft (Brechkraft) einer Linse oder eines opt. Systems, Kehrwert der in Metern gemessenen Brennweite: $1 D. = 1 m^{-1}$.

Diorit, graugrünes Tiefengestein, dessen wesentliche Bestandteile Feldspat (Plagioklas), Hornblende und dunkler Glimmer oder Augit sind. Vorkommen: Schwarzwald, Vogesen, Odenwald, Thüringer Wald, Harz, Alpen, Anden.

Dioxid, → Oxid.

Diphenyl, $C_6H_5 \cdot C_6H_5$, arom. Verbindung aus dem Steinkohlenteer, dient zur Verhütung des Schimmelbefalls der Schalen von Zitrusfrüchten.

Diphenylarsinchlorid, **Clark I**, $(C_6H_5)_2AsCl$, und **Diphenylarsinzinylid**, **Clark II**, $(C_6H_5)_2AsCN$, im 1. Weltkrieg verwendete chem. Kampfstoffe. Sie üben bereits in Mengen von weniger als 1 mg in 1 m³ Luft sehr starke Reizwirkungen auf Nase, Rachen und Atmungsorgane aus.

Diplexer – Dispersion

Diplexer, Brückenschaltung zur Entkopplung zweier Sender (z. B. Bild- und Tonsender), die eine gemeinsame Antenne speisen; auch eine optische Einrichtung, die ermöglicht, mit derselben Fernsehkamera Filme oder Dias aufzunehmen (gebräuchlich in den USA).

Dipol. 1) Zwei gleich große punktförmige elektrische Ladungen verschiedenen Vorzeichens (+Q und -Q), die voneinander den Abstand s haben, stellen einen elektrischen D. dar, dessen Dipolmoment m gleich Qs ist. Beim Hertzischen D. ändert sich der Abstand s oder die Ladung Q und damit das Dipolmoment periodisch. Einen solchen Hertzischen D., der infolge der periodischen Feldänderung elektromagnet. Wellen abstrahlt, stellt theoretisch jedes kurze gerade Stück einer Antenne dar, weil in ihm die Elektronen kleine Schwingungen um die Ruhelage ausführen. Kurze, abgestimmte Linear-Antennen nennt man daher auch D. (→ Antenne).

2) Das Polpaar eines Magneten bildet einen magnetischen D., dessen Dipolmoment gleich dem Produkt aus Polstärke und Polabstand ist.

Natürliche elektrische D. sind infolge ihrer Ladungsverteilung viele Moleküle, natürliche magnetische D. die meisten Atomkerne. Der D. ist der einfachste Multipol, 4 Pole bilden einen Quadrupol, 8 einen Oktupol usw.

Dirac, Paul, engl. Physiker, * 1902, stellte eine Theorie der Atommechanik auf, die die Quantenlehre SCHRÖDINGERS und HEISENBERGS mit der Relativitätstheorie EINSTEINS verknüpfte. 1933 Nobelpreis (mit SCHRÖDINGER).

Diracsche Wellengleichung, **Diracgleichung**, **Diracsche Theorie**, eine von DIRAC aufgestellte Wellengleichung für Elektronen (→ Wellenmechanik), die das quantenphysikalische Verhalten der Elektronen in Einklang mit der speziellen Relativitätstheorie bringt. Im Gegensatz zur gewöhnl. (nicht-relativistischen) Wellenmechanik des Elektrons erklärt sie Feinheiten im Spektrum des Wasserstoffatoms und führte bereits 1928 zur Voraussage der 1932 entdeckten positiven Elektronen (→ Positronen). Ferner erfährt die D.W. den Spin des Elektrons, der sich als innerer, mit einem magnet. Moment verbundener Drehimpuls äußert. – Die D.W. veranlaßt tiefgehende Untersuchungen zur Entdeckung oder mathemat. Konstruktion analoger Wellengleichungen für die anderen Elementarteilchen.

Direktionskraft, **Direktionsmoment**, → Richtgröße.

Direktor, ein Draht von etwa halber Wellenlänge der zu bündelnden elektromagnet. Welle, ist in bestimmtem Abstand vor der Dipolantenne zur Vergrößerung ihrer Richtwirkung angeordnet.

Direktumwandler, Vorrichtungen zur unmittelbaren Umwandlung einer Erscheinungsform der Energie in eine andere unter Vermeidung von Zwischenformen (*höhere Energieumwandlung*). D. sind → Brennstoffelemente, → MHD-Generatoren, → thermionische Umwandler, → Peltierelemente, Photzellen u. a. Die Entwicklung von D. wird seit etwa 1960 in den großen Industriestaaten stark vorange-
trieben.

Disaccharide, Zuckerarten der Bruttoformel $C_{12}H_{22}O_{11}$, bilden farblose Kristalle oder weiße Pulver.

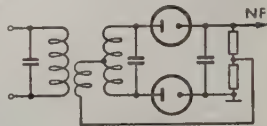
diskontinuierlich heißen veränderliche Größen, die sich sprunghaft ändern, oder feste Größen, die nicht stetig ineinander übergehen.

diskordant, das ungleichsinnige Aufeinanderlagern verschiedener geolog. Schichtkomplexe, wenn zwischen der Ablagerung der unteren, liegen-

den und der oberen, hangenden Schichtfolge ein langer Zeitraum liegt, in dem die älteren Schichten verfestigt, gefaltet und wieder angetragen wurden. **Diskordanz**, die Fuge zw. den beiden Schichtkomplexen, die demgemäß eine große zeitl. Lücke vertritt.

diskret, abgesondert, getrennt, Gegensatz zu kontinuierlich; z. B. *diskrete Zustände* eines Atoms.

Diskriminator, 1) **FUNKTECHNIK**: eine Einrichtung zur Demodulation frequenzmodulierter Schwingungen oder zur Gewinnung einer Regelspannung für die selbstst. Scharfabstimmung. Ein D. besteht meist aus einem Bandfilter in Gegentaktschaltung und zwei Dioden. Im UKW-Bereich wird heute allgemein als D. ein Verhältnis-Detektor (*ratio-detector*) verwendet, bei dem die eine Diode umgekehrt gepolt ist, damit durch die dämpfende Wirkung der Dioden eine Amplitudenbegrenzung und damit eine Störfreigang auftritt.



Diskriminator

2) elektronische Schaltung zum Sortieren von Stromimpulsen nach ihrer Höhe, im einfachsten Falle eine vorgespannte Verstärkerröhre, ein Transistor oder ein Thyatron, das alle Impulse oberhalb einer bestimmten Schwelle durchläßt (*Schwellen-D.*). Beim *Impulshöhenanalysator* werden z. B. zwei Schwellen-D. mit verschiedenen, meist eng benachbarten Schwellenwerten in Antikoinzidenz miteinander geschaltet, derart, daß am Ausgang nur dann ein Impuls entstehen kann, wenn der Eingangsimpuls zwischen beiden Schwellenwerten liegt.

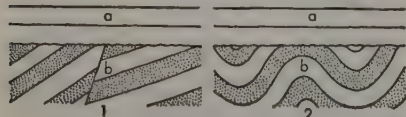
Dislokation, jede Krustenbewegung oder Lagerungsstörung. D. → Metamorphose, Dynamometamorphose, Gesteins- und Mineraländerungen durch gesteinsbildenden Druck: Zertrümmerung (*Kataklase*), Faltung, Schieferung der Gesteine; in größeren Tiefen Kornvergrößerung bei den Mineralien und deren Umwandlung in andere, meist wasserstoffhaltige, z. B. Feldspäte in Glimmer, Augit in Hornblende (*Ummineralisation*).

Dismutation, chem. Reaktion, bei der zwischen zwei gleichen (oder chem. nahe verwandten) Molekülen ein Austausch von Atomen stattfindet. Der Zerfall sauerstoffhalt. Verbindungen in sauerstoffreichere und sauerstoffärmere heißt *Disproportionierung*.

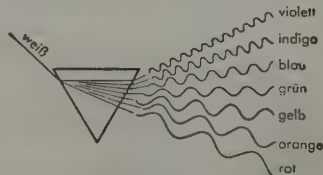
Dispergierungsmittel, **Dispergatoren**, bringen lösliche und unlösliche Substanzen in wäßrigen Behandlungsflochten zur feineren Verteilung und verhindern ihr Ausscheiden (Farbstoffe in Farbbädern) oder ihr Wiederaufziehen (Schmutz in Waschlöten).

disperse Gebilde, **disperse Systeme**, **Dispersionen** heißen alle stofflichen Gebilde, die sich aus dem gasförmigen oder flüssigen Dispersionsmittel (*Dispersens*) und der darin feinst verteilten dispersen Phase zusammensetzen. Die → Kolloide stehen größenordnungsmäßig zwischen den groben Dispersionen, die sich noch mikroskopisch auflösen lassen, und den molekulardispersen Systemen, d. h. den Gas-, Flüssigkeitsgemischen und wahren Lösungen.

Dispersion, die Abhängigkeit der Phasengeschwindigkeit einer Welle von ihrer Frequenz (Wellenlänge), insbes. bei der → Brechung von Wellen die Frequenzabhängigkeit der Brechzahl als des Verhältnisses der Phasengeschwindigkeiten in beiden Medien. Am bekanntesten ist die *D. des Lichts*, auf der die Zerlegung des durch einen Spalt tretenden



diskordante Lagerung, 1: a liegt diskordant über b; 2: a liegt diskordant über gefalteten Schichten b.



Dispersion

den Sonnenlichts durch ein Prisma aus Glas, Quarz od. dgl. in seine farbigen Bestandteile zerlegt: Licht bestimmter Wellenlänge (Farbe) tritt nur unter bestimmtem Winkel aus, so daß sich insgesamt ein farbiges Band (*Spektrum*) ergibt, das die Farben Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett mit stetigen Übergängen enthält. Bei *normaler D.* ist die Brechzahl für kurze Wellen (violettes Licht) größer als für längere. Es gibt jedoch für alle Stoffe in der Nähe von Absorptionslinien ($\rightarrow$ Absorption) Teile des Spektrums, in denen sich die Abhängigkeit umkehrt (*anomale D.*). Die *D.* des Lichts wurde durch die Elektronentheorie mit der quasilastischen Bindung der Elektronen im Molekül erklärt; die Quantentheorie gab eine viel abstraktere Erklärung.

In der *TECHN. OPTIK* definiert man als *mittlere D.* die Differenz der Brechzahlen für die Fraunhofer'schen Linien F und C, als *relative D.* das Verhältnis der mittleren *D.* zu der um 1 verminderten Brechzahl für die Fraunhoferlinie D. Der Kehrwert der relativen *D.* ist die *Abbesche Zahl*.

Disproportionierung, $\rightarrow$ Dismutation.

Dissimilation, im Gegensatz zur $\rightarrow$ Assimilation der biolog. Wiederabbau der lebenden Substanz zu einfacheren Molekülen, wobei zumeist durch Oxydationsvorgänge Energie frei wird.

Dissousgas, in Stahlflaschen unter 15 at Druck in Azeton gelöstes Acetylen.

Dissoziation, der Zerfall der Moleküle in bestimmte Bestandteile, z. B. bei hohen Temperaturen (*thermische D.*). So zerfällt Stickstoffdioxid nach der Formel: $N_2O_4 \rightarrow 2NO_2$, Wasser: $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$. Der *Dissoziationsgrad*, d. i. der Prozentsatz der dissoziierten Moleküle, nimmt mit wachsender Temperatur zu; er läßt sich aus dem Massenwirkungsgesetz berechnen. Zur *D.* wird Energie verbraucht, die *Dissoziationswärme*, die der Reaktionswärme bei der Bildung der Verbindung entspricht. Wird bei der *D.* eines festen Stoffes ein Gas frei (z. B. $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$), so stellt sich über der festen Phase ein temperaturabhängiger Gasdruck (z. B. CO_2) ein, ähnlich dem Dampfdruck.

In Lösungen verbindet sich die gelösten Moleküle heteropolarer Verbindungen (Salze) teilweise in elektrisch geladene Bestandteile, $\rightarrow$ Ionen (ARRHENIUS). Diese *elektrochemische D.* führt zu einer Erhöhung des osmot. Drucks ($\rightarrow$ Osmose) und ruft eine elektrische Leitfähigkeit solcher Lösungen (Elektrolyte) hervor. Dadurch sind die Werte für Dampfdruckerniedrigung, Siedepunkterhöhung und Gefrierpunkterniedrigung stets größer als es der Anzahl der gelösten Moleküle entspricht. Z. B. dissoziiert Kochsalz, $NaCl$, in Na^+ und Cl^- , Kaliumhydroxid, KOH , in K^+ und OH^- , Schwefelsäure, H_2SO_4 , in $2H^+$ und SO_4^{2-} oder in H^+ und HSO_4^- (die Indizes + und - deuten Art und Größe der Ladung an). Der Dissoziationsgrad und mit ihm die Äquivalentleitfähigkeit ($\rightarrow$ Elektrolyse) nimmt mit der Verdünnung zu.

J. EGGERT, L. HOCK, G.-M. SCHWAB: Lehrb. d. physikal. Chemie (1959).

Distanzlatte, Abstandlatte, Meßlatte, E-Latte, ein Maßstab, mit dem man zusammen mit einem opt. Meßinstrument, meist einem Fernrohr mit parallelen, senkrecht zur D. stehenden Distanzfäden oder optisch erzeugtem kleinem Winkel, Entfernungen unmittelbar messen kann. Die D., eine 2 oder 3 m lange Latte, hat meist neben einer Zentimeter-einteilung eine 5-cm-Einteilung.

Dishen, Cyanit, triklines Mineral Al_2SiO_5 der kristallinen Schiefer, meist blau bis farblos, bildet lange prismatische Kristalle.

Distribution, Verallgemeinerung des Funktionsbegriffs, durch den ein Differentialquotient auf gewisse nicht mehr differenzierbare Funktionen definiert werden kann ($\rightarrow$ Differentialrechnung).

L. SCHWARTZ: Théorie des distributions (1950/51). **distributives Gesetz**, das durch $a \cdot (b + c) =$

$a \cdot b + a \cdot c$ ausdrückbare algebraische Gesetz zur Verbindung von Addition und Multiplikation.

divergent, auseinanderstrebend, sind $\rightarrow$ Reihen, die keine Summe haben, oder Strahlenbündel, die eine Zerstreuungslinse ($\rightarrow$ Linse) verlassen.

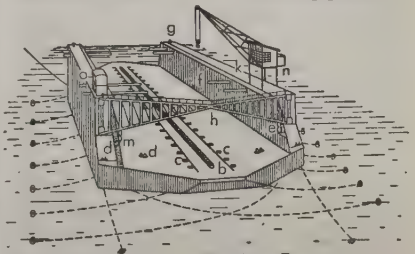
Division, $\rightarrow$ Grundrechnungsarten.

DNA, Abk. für *Deutscher Normen-Ausschuß*. Der Deutsche Normenausschuß ist ein gemeinnütziger eingetragener Verein mit dem Sitz in Berlin. Er setzt durch Gemeinschaftsarbeit aller Beteiligten Normen fest und veröffentlicht sie. Er vertritt die Deutsche Normung dem Ausland gegenüber.

DNS, Abk. für Desoxyribonukleinsäure, $\rightarrow$ Nukleinsäuren.

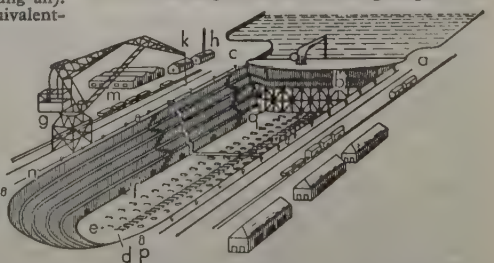
Docht, der Teil einer Lampe oder Kerze, der der Flamme durch Kapillarwirkung den Leuchtstoff zuführt. Die *D.*, meist aus Baumwolle gefertigt, werden zur Förderung der Verbrennung vielfach imprägniert.

Dock, 1) *Dockhafen*, durch ein D.-Tor oder eine Schleuse abgeschlossenes, vom Außenwasserstand unabhäng. Hafenbecken mit Schiffsliegeplätzen.



Dock 1: Schwimmdock; a Schaltraum, b Kielstapel, c bewegliche Kimmstapel, d Poller, e Rolfender, f Stützen zum Ausrichten des Schiffs, g Spill, h Verbindungsbrücke, k Laufstege, m Treppen, n fahrbarer Torkran.

2) Anlage zum Trockensetzen von Schiffen zu Arbeiten an den Unterwasserteilen. Ein *Trockendock* ist eine in das Land geschnittene, betonierte und ausgemauerte Grube, die durch einen vor die Einfahrt zu legenden Schwimmponon wasserdicht abgeschlossen wird. Die *D.-Sohle* liegt etwas tiefer, als der Tiefgang des größten einzudockenden Schiffes beträgt. Das Schiff wird mit dem Kiel - große Schiffe mit mehreren Dockkielen - auf die Kielstapel aufgesetzt und durch Kimmstapel gegen Umfallen gesichert. Große Schiffe werden auch im Trocken-D. (*Baudock*) auf ebenem Kiel gebaut, um das schwierigere Bauen auf der geneigten Hel-



Dock 2: Trockendock; a Dockhaupt, b Docktor (Ponton), c Zwischenhaupt (zur Unterteilung des Docks für kleinere Schiffe), d Kielstapel, e Kimmstapel (-schlitten), f Wasser-Ein- und -Auslauf, g fahrbarer Wippkran, h Kesselhaus, k Pumpenhaus, m Werkstätten, n Poller, p Spill, q Treppen.

ling und den Stapellauf zu vermeiden. Trocken-D. brauchen tragfähigen Baugrund. Ein *Schwimmdock* ist ein rechteckiger Schwimmkörper aus Stahl mit meist beiderseits hochgeführten Wänden, zwischen denen das zu dockende Schiff eingefahren wird. Bo-

den und Wände sind wasserdicht unterteilt. In den Wänden sind die D.-Betriebsanlagen (Pumpen, Kraftanlagen, Werkstätten) untergebracht; oben stehen ein oder mehrere Kräne. Zur Aufnahme des Schiffes werden die D.-Stapel ausgerichtet, dann das D. durch Einlassen von Wasser bis etwas unter den Tiefgang des Schiffes abgesenkt. Beim Auspumpen der wasserdichten Zellen setzt das Schiff auf die D.-Stapel auf. Das D. wird bis zum Trockenfallen der D.-Sohle gehoben. Schwimm-D. sind beweglicher, zudem ist die Pumparbeit geringer. Wo die Wassertiefe zum Absenken des D. nicht ausreicht, muß eine *Dockgrube* ausgebagert werden. Eine Abart des Schwimm-D. ist das *Hebewerk*, dessen Bodenponton auswechselbar ist. Hierdurch lassen sich mehrere Pontons durch eine Maschinenanlage bedienen.

Dodekaeder, einer der 5 → regelmäßigen Körper.
Dogger, → Erdgeschichte.

Dokumentation, Sammlung, Ordnung und Nutzbarmachung von Schriftgut aller Art, auch von Filmen, Bildern, Schallplatten, Tonbändern u. dgl. Aufgabe der D. ist die Entwicklung möglichst rationaler Verfahren für die Organisation und Technik geistiger Arbeit (→ Dezimalklassifikation, → Mikrodokumentation).

Dolerit, grobkörniger Basalt.

Doline, trichterförmige, durch Erosion oder Einsturz entstandene Vertiefung in Gebieten mit löslichen Gesteinsmassen im Untergrund und meist relativ tiefem Grundwasserstand.

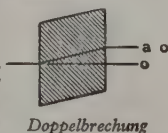
Dolle, beim Ruderboot eine drehbare eiserne Gabel zur Aufnahme der Riemen. *Dollbord*, die senkrecht stehende oberste Planke bei Booten.

Dolomit, rhomboedrisches Mineral, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, dem Kalkspat ähnlich, tritt meist dicht bis körnig in mächtigen Schichten als das gleichnamige Gestein oder zusammen mit Kalkspat, als dolomitischer Kalkstein auf, z. B. in Südtirol.

Donator, bei → Halbleitern das Fremdatom, das durch Abgabe eines Elektrons die Elektronenleitung ermöglicht.

Donner, entsteht durch die plötzl. Ausdehnung der vom Blitz erhitzten Luft (Explosion), breitet sich mit Schallgeschwindigkeit aus (333 m/s).

Doppelbrechung, die Eigenschaft aller nicht-regulären Kristalle, ein Lichtbündel in zwei senkrecht zueinander polarisierte Teilbündel mit verschiedenen Fortpflanzungsgeschwindigkeiten und Brechzahlen aufzuspalten. Bei einem einachsigen Kristall (z. B. Kalkspat, CaCO_3) folgt nur der *ordentliche* (ordinäre) Strahl dem normalen Brechungsgesetz (→ Brechung), nicht aber der *außerordentliche* (extraordinäre). Die D. einachsiger → Kristalle wird in den meisten Polarisatoren zur Erzeugung polarisierten Lichts ausgenutzt.



Doppelbrechung

Nichtkristalline Körper können durch mechanische Spannung (*Spannungs-D.*), durch elektr. oder magnet. Felder, organ. Flüssigkeiten mit langgestreckten Molekülen beim Strömen doppelbrechend werden. Die Spannungs-D. kann mit Hilfe eines *Spannungsprüfers* sichtbar gemacht werden, der meist aus zwei um 90° gegeneinander verdrehten Polarisationsfiltern besteht, zwischen die der gespannte Körper gehalten wird.

doppeln, bei Rahmenschuhen die Laufsohle mit dem Rahmen durch eine Naht (*Doppelnahrt*) verbinden; geschieht auf der *Doppelmachine*.

Doppelsalze, chem. Verbindungen höherer Ordnung, die in zwei getrennte einfache Salze zerlegt werden können. Viele D. haben in den Bestandteilen ein gemeinsames Anion, z. B. Alaun, $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$, Dolomit, $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$, manche ein gemeinsames Kation, z. B. das D. $\text{MgCl}_2 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Die meisten D. sind schwerer löslich als die einzelnen Komponenten und fallen daher bei der Mischung der Lösungen der letzteren aus.

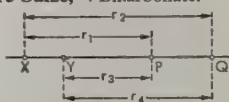
Doppelschlußmaschine, eine Gleichstrommaschine mit einer Nebenschluß- und einer Reihenschluß- (Hauptschluß-) Wicklung. (→ Elektromotor)

Doppelsterne, zwei Sterne, die am Himmel sehr nahe beieinander stehen. Als *optische D.* haben sie verschiedene Entfernungen und gehören räumlich nicht zusammen. Als *physische D.* dagegen beschreiben sie um den gemeinsamen Schwerpunkt keplerische Ellipsen. *Visuelle D.* sind im Fernrohr erkennbar, *spektroskopische D.* geben sich nur durch die periodische Dopplerverschiebung ihrer Spektrallinien zu erkennen, die durch die Bahnbewegung verursacht wird. Als *photometrische D.*, *Bedeckungsveränderliche* oder *Algolsterne* treten sie in Erscheinung, wenn ihre Bahnebene zufällig durch die Sonne geht, so daß beide Komponenten sich zeitweise in period. Aufeinanderfolge gegenseitig bedecken können, wodurch ein beobachtbarer Lichtverlust eintritt. Die D. sind die einzigen Sterne, bei denen bei Kenntnis ihrer Entfernung eine direkte Massenbestimmung möglich ist, da die beobachtete Zentrifugalbeschleunigung gleich der Gravitation sein muß.

Doppelstromröhre, → Lauffeldröhre.

doppeltkohlensäure Salze, → Bikarbonate.

Doppelverhältnis, der Quotient zweier Streckenverhältnisse zwischen 4 Punkten einer Geraden (BILD) oder zweier Winkelverhältnisse zwischen vier Geraden durch einen Punkt. Das D. ändert sich nicht bei projektiven Transformationen, ist also eine Invariante der projektiven



Doppelverhältnis:

$$r_1/r_2 =$$

$$r_3/r_4 = t;$$

$$s/t = \{X, Y; P, Q\}$$

→ Geometrie. Die Punktepaare X, Y und P, Q trennen einander *harmonisch*, wenn ihr D. $\{X, Y; P, Q\} = -1$ ist.

Döpper, ein Werkzeug zum Nieten (*Nieten-D.*). Der D., der am Stiel mit der Zange oder im Amboß gehalten wird, besitzt eine der Form des Nietkopfes entsprechende Vertiefung. Er nimmt den bereits vorhandenen Nietkopf auf oder formt ihn erst, was mit dem *Nietenköpfer* geschieht.

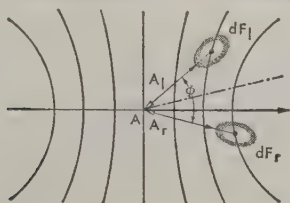
Doppler-Effekt, ein bei allen Wellenvorgängen beobachtbarer Effekt, wenn Quelle und Beobachter sich relativ zueinander bewegen (CHR. DOPPLER 1842): Bewegt sich die Quelle auf den Beobachter zu, so treffen in der Zeiteinheit mehr Wellen bei ihm ein, die Frequenz wird höher, als wenn die Quelle relativ zu ihm ruht oder sich von ihm entfernt (*longitudinaler D.*). So ist z. B. der Ton eines herankommenden hupenden Autos höher als der eines sich entfernenden. In der Optik ist der D. die Ursache der → Rotverschiebung der sich von uns entfernenden Spiralnebel. Die Relativitätstheorie verlangt eine Vergrößerung der Wellenlänge auch, wenn sich Quelle und Beobachter in senkrechter Richtung zu ihrer Verbindungslinie bewegen. Dieser *transversale*, mit der zweiten Potenz der Geschwindigkeit wachsende D. ist ebenfalls experimentell (an Kanalstrahlen) beobachtet worden.

Der D. wird benutzt zur Geschwindigkeitsmessung bewegter Ziele (Flugzeuge, Meteore) und zur Trennung verschieden schnell bewegter Objekte (Flugzeuge und Boden- oder Störzeichen).

In der Astronomie wird der D. benutzt, um die Bewegungen der Himmelskörper in Richtung der Gesichtslinie zu messen (Radialgeschwindigkeit).

Doppler-Navigations-Verfahren, ein von Bodenstationen unabh. Navigationsverfahren für Luftfahrzeuge, das auf dem → Doppler-Effekt zweier elektromagnet. Strahlenbündel beruht; diese werden, gegen die Horizontalebene geneigt, gebündelt ausgestrahlt. Die Antennenanlage A an Bord des Flugzeuges besteht aus 2 Richtstrahlern A_1 und A_2 , die unter einem gegenseitigen horizontalen Winkel Φ in die beiden Azimutrichtungen 'links' und 'rechts' schräg nach unten strahlen. Die Flächen-

stücke dF_l und dF_r auf der Erdoberfläche reflektieren die gebündelten elektromagnet. Wellen. Der geometr. Ort für eine bestimmte konstante Dopplerschwingung ist jeweils eine Hyperbel. Liegen dF_l und dF_r nicht auf einer gemeinsamen Hyperbel, ergeben sich zwei unterschiedl. Dopplerschwingungen, de-



Doppler-Navigations-Verfahren

ren Differenz ein Maß für die Abtrift ist. Mit einer Integrationsschaltung können die Dopplerschwingungen fortlaufend gezählt werden. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Kursrichtung läßt sich die jeweilige geograph. Position des Flugzeuges ableiten. Nach diesem Verfahren arbeitet z. B. der amerikan. Auto-Navigator „RADAN“.

Dorn, ein zylindrisches oder schwachkegel. Werkzeug zum Aufweiten eines Loches, Ziehen von Rohren, wobei der **Ziehohr** das Rohrinnere formt, zum Ausfüllen eines Werkstückes, das hohlgeschmiedet werden soll, zur Aufnahme eines Werkstückes während der Bearbeitung, z. B. eines Hohlzylinders auf dem **Drehdorn**, zum Einspannen auf der Drehbank. Die **Dornpresse** dient zum Verbinden von Teilen im Preßsitz, z. B. zum Einpressen eines D. oder einer Büchse in eine Bohrung oder zum Lösen der Teile.

Dornstrahlung, UV-Strahlung des Bereichs von 2800–3200 Å.

Dosimeter, Gerät zum Bestimmen der Strahlendosis von Strahlungen, enthält eine Ionisationskammer oder ein Zählrohr; auch in Kleinstform als Taschen-D.

dotieren, **Halbleitertechnik**: einbauen von Fremdatomen (durch Einlegieren oder Eindiffundieren) in reines Halbleitermaterial (z. B. in Germanium oder Silizium) zur Herstellung von p-n-Zonen in Halbleiterdioden (→ Transistor).

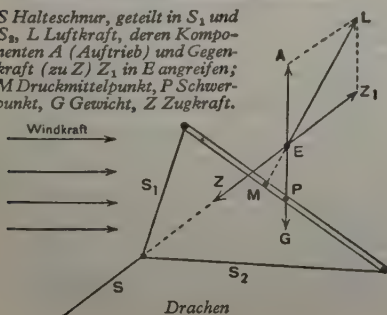
Doupin, Kleiderstoff aus Doppelkokonfäden oder aus Chemiefasergarnen mit absichtlich erzeugten Dickenschwankungen.

Dovesches Gesetz, Drehungsgesetz des Windes, nach dem kalte und warme Luftströmungen infolge der ablenkenden Kraft der Erdrotation eine Kreisbewegung erfahren; Vorläufer der modernen Anschauungen über → Zyklogen. Das D.G. ist eine Folge der → Coriolis-Beschleunigung.

dptr., Abkürzung für Dioptrie.

Drache, Sternbild des nördl. Himmels.

S Halteschmur, geteilt in S_1 und S_2 , L Luftkraft, deren Komponenten A (Auftrieb) und Gegenkraft (zu Z) Z_1 in E angreifen; M Druckmittelpunkt, P Schwerpunkt, G Gewicht, Z Zugkraft.



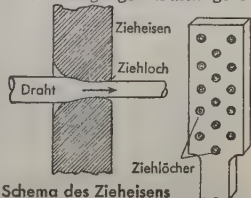
Drache

Drachen, eine aus leichtem Stabgerüst mit Papier- oder Stoffbespannung hergestellte Tragfläche, die durch eine Schnur gehalten wird und deren → Auftrieb durch die relative Bewegung zwischen Luft und D. entsteht. Wirkungsweise vgl. BILD. Der **Kasten-D.** besteht aus zwei gleich großen Zellen, gebildet von je zwei gleich breiten Flächen mit nahezu quadrat. Seitenwänden. Verwendung als Spielzeug, Träger meteorolog. Instrumente u. a.

Drachenkopf, der aufsteigende, **Drachenschwanz**, der absteigende → Knoten der Mondbahn; **Drachenlinie**, die Verbindungslinie beider Knoten.

Drage, ein Schiffsanker, → Anker.

Draht, 1) Metallstrang mit meist rundem Querschnitt, 12 mm bis einige hundertstel mm stark; **Form-**, **Fasson-** oder **Dessin-D.** haben Vierkant-, Halb- und andere Querschnitte. Außer D., der über den ganzen Querschnitt aus einem Metall besteht, gibt es D. mit einem Kern aus anderem Metall als die Außenschicht, z. B. **Duble-D.** mit einem Kern aus Kupfer od. Silber und aufgewalzter Außenschicht aus Gold, **Seelen-Elektroden-D.** zum Schweißen. **Zementierter D.** ist Kupfer-D. mit einem Messingüberzug. – Dicke D. über 5 mm Durchmesser werden durch Walzen, feinere D. durch Ziehen auf **Drahtziehmaschinen** hergestellt. Dabei werden größere D. durch das **Ziehseisen**, eine Stahlplatte mit gehärteten kegelförmigen Düsen gezogen, dünne D. durch den ebenfalls mit kegelförmigen Loch versehenen **Ziehstein** aus Hartmetall oder Diamant. Da die Metallkristalle beim Ziehen länglich verformt werden, wird der D. hart und steif und muß zwischenher gegläht werden.



Schema des Ziehseisens

Draht: links Schema des Drahtziehens, rechts Ziehseisen.

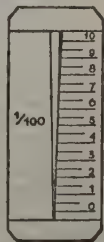
2) mit Schusterpech eingeiebener Hand-Nähfaden des Schuhmachers.

Drahtfunk, die Übertragung von Rundfunkdarbietungen über ein vorhandenes Leitungsnetz (Fernsprech- oder Lichtnetz) auf hochfrequenter Trägerschwingung im Langwellenbereich handelsüblicher Rundfunkempfänger (150 bis 270 kHz).

Drahtgewebe, **Metall-** oder **Siebnetz**, auf **Drahtwebstühlen** hergestellte techn. Gewebe in Leinwand- oder Körperbindung mit quadrat. oder rechteckigen Maschen aus Eisen-, Messing-, Phosphorbronze-, Tombak-, Aluminium-, Nickel-, Platindraht.

Drahtglas entsteht durch Einwalzen von Drahtgewebe oder -geflecht bei der Herstellung von Gußglas auf maschinellm Wege. D. kann geschliffen und poliert werden (**Drahtspiegelglas**).

Drahtlehre, **Drahtklinke**, eine Stahlplatte mit Ausschnitten zum Messen von Drahtstärken; auch ein Blech mit keilförmigem Ausschnitt, in den der Draht bis zur Berührung beider Kanten eingeführt wird (**Maßstab-D.**). Die Zahl an der Berührungsstelle gibt die Drahtstärke an oder ist nach einer Tabelle in die Drahtstärke umzuwerten.

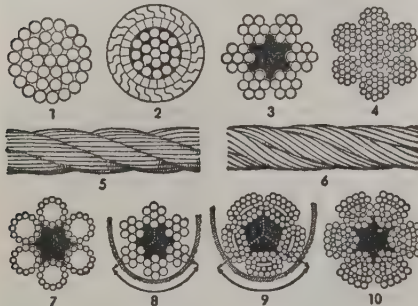


Drahtlehre

Drahtputzdecke, an Massiv- oder Balkendecken mit Rundstahl-Abhängern aufgehängte Leichtdecke aus einem Rundstahl-Drahtgerippe, einem verzinkten Drahtgewebe als Putzträger und dem Putzmörtel (Rabitzdecke). **Drahtputzwände** werden zwischen Decken und Massivwänden als leichte Trennwände (Stärke 5 cm) gespannt. Sie bestehen aus einem Rundstahlgerippe, einem Drahtgewebe als Putzträger, mit Haarkalk (Gips- oder Zementmörtel) ausgedrückt, und beiderseitigem Putz.

Drahtseil – Dreheiseninstrument

Drahtseil, ein aus Stahldrähten zusammenge-
drehes (geschlagenes) Seil. Die einfachste Art ist
das aus Rund- oder Profildrähten zusammenge-
drehte *Spiralseil*. Die *Flachlitzenseile* entstehen durch
Zusammendrehen von Spiralseilen kleineren Durch-
messers (Litzen) um eine Hanf- oder Drahtseile.
Meist gibt man den Drähten in den Litzen einen zu
dem der Litzen im Seil entgegengesetzten „Schlag“
(*Kreuzschlagseile*), weil solche Seile geringere Nei-
gung zum Aufdrehen unter Last haben als die
Gleichschlag- oder Längschlagseile, denen aber eine
größere Haltbarkeit zugeschrieben wird. Bei den
Rundlitzenseilen liegen nur wenige Außendrähte in
den Rillen der Seilscheiben auf. Zur Vermeidung
starken Verschleißes gibt man daher den Litzen
länglichen oder dreieckigen Querschnitt (*Flach-
litzen- und Dreikantlitzenseile*) oder formt die Ein-
zeldrähte auch so vor, wie sie später im Seilverband
liegen (*Tru-Lay-Neptun- oder Pawo-Union-Seile*).



Drahtseil: 1 Spiralseil, 2 verschlüssenes Seil, 3, 4, 7 Rundlitzenseile, 5 Kreuzschlagseil, 6 Längschlagseil, 8, 9 Vergleich zwischen einem Rundlitzen- und Flachlitzenseil (man erkennt deutlich die geringe Auflage des Rundlitzen- und die bessere Auflage des Flachlitzenseils), 10 Dreikantlitzenseil.

Verseilmaschinen haben einen drehbaren *Verseil-
kopf* mit einer Anzahl Drahtspindeln, von denen die
Drähte durch den *Verseilkopf* (eine Scheibe mit Lö-
chern) zum *Lager* laufen; die aus dem Lager aus-
laufende fertige Drahtlitze wird auf einem Haspel
aufgewunden. Mit ähnl. Maschinen werden die Lit-
zen zum Seil „geschlagen“.

Drahtseilbahn, Seilbahn, → Bergbahnen.

Drahtstifte, Drahtnägeln, werden aus rundem
oder vierkantigem Eisen-, Kupfer- oder Messing-
draht auf *D.-Maschinen* (*D.-Schnellpressen*) herge-
stellt. Arbeitsgang: Anpressen des Kopfes, Vor-
schieben des Drahtes um eine bestimmte Länge,
Abschneiden, Zuspitzen des Stiftes und Auswerfen.

Drahtziegelgewebe, Putzträger für nicht brenn-
bare Ummantelung von Bauteilen aus Holz oder
Stahl (Decken, Treppenuntersichten): ein Draht-
netz mit aufgepressten gebrannten Tonkreuzchen,
in Bahnen von 1 m Breite und 5 m Länge.

drainieren, entwässern. *Dränung, Dränage*, die
→ Bodenentwässerung.

Draisine (nach FREIH. V. DRAIS), 1) historische
Laufmaschine, Vorläufer des Fahrrads.

2) leichtes, motorisiertes, zweiachsiges Eisenbahn-
fahrzeug zum Prüfen von Eisenbahnstrecken.

Drall, Drillung, Verdrehung. *Verdracht* (verdrillt)
man eine zylindrische Stange, so werden die vorher
geraden Mantellinien zu Schraubenlinien; der *D.-
Winkel* der Winkel zwischen einer Tangente an die
Schraubenlinie und einer die Tangente schneiden-
den Parallelen zur Achse, die *D.-Länge* die Gang-
höhe der Schraubenlinie. Bei Wendelbohrern ist der
D.-Winkel 10–25° für Messing, 25–30° für Stahl
und Grauguß, 30–45° für Aluminium. Bei gezo-
genen Feuerwaffen besitzen die Züge im Lauf oder
Rohr einen *D.*, der die Drehbewegung von Langge-
schossen um ihre eigene Längsachse verursacht. Die-

se Drehbewegung und den zugehörigen → *Drehim-
puls* bezeichnet man übertragen ebenfalls als *D.*

Der *D.* von Garnen (*Spinddraht*) oder Zwirnen
(*Zwirndraht*) wird durch die Anzahl der Drehungen
auf eine bestimmte Fadenlänge angegeben und auf
dem *Drallapparat*, *Drehungsmesser*, *Torsionsmeter* ge-
messen.

drechseln, Verfahren der spanenden Formung
zur Herstellung vornehmlich von Rotationskörpern,
aus Nichtmetallen, bes. aus Holz, Elfenbein usw.,
auf der *Drechselbank*. Fertigungstechnisch ist d. das-
selbe wie → *drehen*.

Drehbank, eine → *Werkzeugmaschine* für die span-
ende Formung von Werkstücken durch → *Drehen*.
Die *D.* verleiht dem Werkstück eine kreisende Be-
wegung und bietet dem Werkzeug eine Führung. –
Der Hauptkörper, das *Drehbankbett*, trägt alle festen
und beweglichen Teile. Den Antrieb des Werkstü-
ckes übernimmt der *Spindelkasten* (*Spindelstock*),
meist mit Wechselgetriebe für verschiedene Dreh-
zahlen, in dem die Arbeitsspindel gelagert ist. Das
Werkstück wird entweder in ein Spannfutter, auf
eine Planscheibe an der Arbeitsspindel oder zwi-
schen zwei Körnerspitzen eingespannt, von denen
die eine in der Arbeitsspindel und die andere in der
verschiebbaren Pinole des auf dem Bett verschieb-
baren *Reistocks* sitzt. Lange Werkstücke werden
gegen Durchbiegung durch eine oder mehrere *Lin-
netten* (*Setzstöcke, Stützlager*) unterstützt. Der
Drehmeißel wird mit dem *Support* geführt. Dieser
besteht aus dem *Bettschlitten*, der auf dem Dreh-
bankbett gleitet, und dem *Meißelhalter* (*Stahlhalter*,
auch *Stichelhaus*), in dem der Drehmeißel unmittel-
bar eingespannt wird. Der Bettschlitten und seine
Teile, die die Vorschubbewegung ausführen, werden
von der *Zugspindel*, einer genuteten Welle, über ein
Getriebe im *Support* angetrieben. Die *Leitspindel*,
eine Gewindespindel, läuft parallel der *Zugspindel*
und dient zum Vorschubantrieb beim Gewinde-
schneiden (*TAFEL Werkzeugmaschinen*).

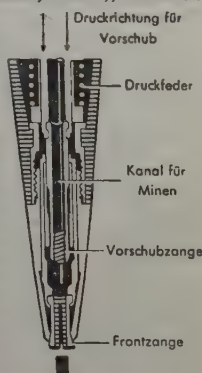
Große, gedrungene Werkstücke, die nur schwer
auf der senkrechten Planscheibe aufgespannt wer-
den können, werden auf der *Karussell-D.* bearbeitet,
deren Planscheibe waagrecht liegt. Die *Vielschnitt-
D.* (*Vielstahl-D.*) bearbeitet das Werkstück gleich-
zeitig mit mehreren Werkzeugen. Die *Revolver-D.*
trägt in dem drehbaren Revolverkopf mehrere Werk-
zeuge (auch Bohrer, Reibahlen, Senker), die durch
Drehen des Kopfes nacheinander zum Eingriff
gebracht werden. Für größte Stückzahlen werden auto-
matische *D.*, *Drehautomaten*, eingesetzt (→ *auto-
matische Werkzeugmaschine*).

Die *Holz-D.* ist wie die
Metall-D., nur leichter ge-
baut. Kleine Werkstücke
werden meist von Hand
bearbeitet, für größere ist
ein Support mit Hand-
kurbel oder Leitspindelbe-
wegung zur Aufnahme des
Drehmeißels vorhanden.

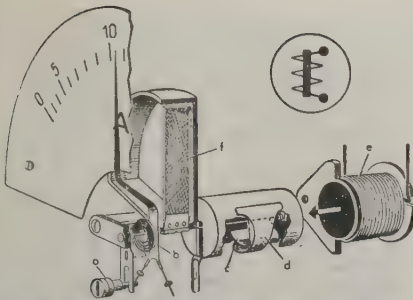
D. H. BRUNS: Werkzeu-
ge und Werkzeugma-
schinen für die spanende
Metallbearbeitung, Teil
1 (1961), Teil 2 (1962).

Drehbleistift, *Dreh-
füllstift*, ein Taschenblei-
stift mit auswechselbarer
Schreibmine. Beim Drehen schiebt ein mit Gewinde
versehener Stoßstift die Mine durch eine geschlitzte,
federnde Klemmzange. Sonderformen sind der
Druckbleistift (BILD) und der *Mehrfarbenstift* mit 4
Farbminenträgern, die abwechselnd vorgeschoben
werden können.

Dreheiseninstrument, früher *Weiseiseninstru-
ment*, elektr., Strom- und Spannungsmesser für Wech-
sel- und Gleichstrom, beruht darauf, daß zwei gleich-



Schnitt durch einen Druck-
bleistift (Pelikan)



Dreheiseninstrument, Meßwerk; oben rechts Meßwerksymbol; a Nullpunkttrücker, b Gegendrehmomentfeder, c Dreheisen, d festes Eisen, e Spule, f Dämpfung.

polig magnetisierte Eisen einander abstoßen. Eine vom Meßstrom durchflossene Spule enthält zwei Eisenkerne, einen feststehenden und einen auf der Meßwerkachse drehbaren, der eine vom magnetisierenden Strom abhängige Einstellkraft ausübt.

drehen, FERTIGUNGSTECHNIK: Verfahren der spanenden Formung zur Herstellung und Weiterbearbeitung vornehmlich von Rotationskörpern aus Metall, Holz, Stein, Kunststoffen u. dgl. auf der → Drehbank. – Von dem Werkstück wird mit Hilfe eines Drehmeißels als Werkzeug ein Span (Drehspan) abgeschält. Abstreichen heißt das Abtrennen von Stücken, z. B. von Stangen, durch D. Beim Formdrehen hat der Formmeißel an der Schneide die Form der Mantellinie des Rotationskörpers. Beim Nachformdrehen (Kopierdrehen) wird der Drehmeißel durch ein Modell gesteuert. Körper mit z. B. Vierkant- oder Ovalquerschnitt können durch Unrunddrehen bearbeitet werden, die Zähne von Fräsern und Sperrädern durch Hinterdrehen.

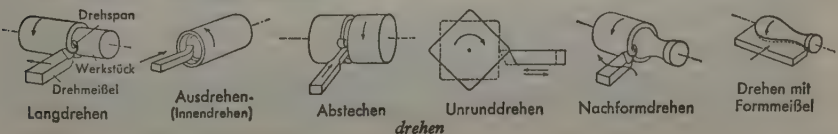
Je nach der Stärke des abgeschälten Spanes unterscheidet man zwischen Schruppen, der rauen Vorbearbeitung, und Schlichten, der glättenden Nachbearbeitung. Um das Abstumpfen der Werkzeug-schneiden durch Wärmeentwicklung zu verringern, wird oft eine Kühlfüssigkeit (Öl, Emulsion) zugeführt.

H. H. MÄNZ: D. (1955).

Drehfeld, Magnetfeld, das um eine Achse umläuft. Es wird in einfachster Weise durch einen um seine Längsachse rotierenden Hufeisenmagneten dargestellt. Bei vielen elektr. Maschinen finden durch Elektromagnete erzeugte D. Verwendung.

Drehflügler, Flugzeug mit beweglichen Flügeln, die sich zur Erzeugung von Auftrieb um eine nahezu vertikale Achse drehen, → Tragschrauber, → Hub-schrauber.

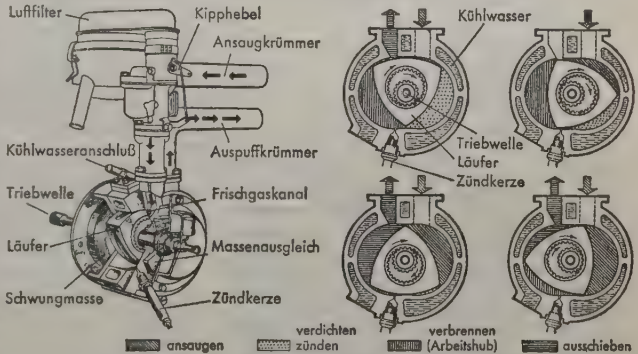
Drehgestell, kleines, meist vierrädriges Fahrge-



stell, auf dem sich der Wagenkasten eines Eisenbahnfahrzeugs so abstützt, daß es sich um eine mittlere senkrechte Achse (den Spurzapfen) drehen kann. Je zwei Drehgestelle tragen den Wagen. Vorteile: ruhiger Lauf auch bei hohen Geschwindigkeiten.

Drehimpuls, Drall eines Systems von Massenpunkten, die vektorielle Summe der → Impulsmomente aller Massen. Beim starren Körper ist der D. um die Drehachse gleich dem Produkt aus Winkelgeschwindigkeit und Trägheitsmoment um diese Achse. Die zeitl. Änderung des D. ist gleich dem von den äußeren Kräften ausgeübten → Drehmoment. Wenn das Drehmoment gleich Null ist, speziell also im kräftefreien Fall, bleibt der D. zeitlich konstant (Erhaltung des D.). Die Elementarteilchen zeigen ein Verhalten, das in Analogie zu dem makroskopischen Körper als Folge eines inneren D. gedeutet werden kann (→ Spin).

Drehkolbenmotor, ein Verbrennungsmotor mit rotierendem Kolben. Beim Wankel-Motor, der als einziger D. technische Bedeutung erlangt hat, ist ein Drehkolben in Form eines Bogendreiecks in einem trochoidenförmigen Gehäuse exzentrisch gelagert. Er führt eine Bewegung aus, die sich aus einer Drehung um seinen Mittelpunkt und einer Kreisbewegung dieses Mittelpunktes um den Gehäusemittelpunkt zusammensetzt. Eine Verzahnung zwischen



Drehkolbenmotor

Gehäuse und Läufer bewirkt, daß sich Läuferdrehzahl und Exzenterwelledrehzahl wie 1 : 3 verhalten. Der Arbeitsvorgang nach dem Viertaktverfahren findet in den zwischen Drehkolben und Gehäusewand entstehenden, sich vergrößernden und verkleinernden drei Räumen nacheinander statt.

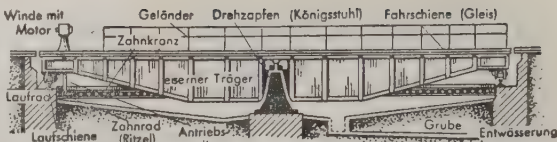
Die Vorteile eines D. gegenüber einem Hubkolbenmotor sind der Wegfall der hin- und hergehenden, nicht ausgleichenden Massenkräfte, geringe Baugröße und geringes Gewicht.

Drehkristallmethode, eine Methode zur Untersuchung des Spektrums von Röntgenstrahlen und damit auch zur Bestimmung von Kristallstrukturen (W. H. BRAGG 1913). Eine Kristallplatte wird, während Röntgenstrahlen auf sie fallen, langsam gedreht. In bestimmten Lagen des Kristalls, wenn nämlich die Bragg'sche Reflexionsgleichung zwischen Glanzwinkel, dem Winkel zwischen der Netzebene (→ Strukturanalyse) und dem Einfallswinkel der Strahlung, Netzebenenabstand des Kristalls und Wellenlänge der Strahlung erfüllt ist, wird die Strahlung spiegelartig an den parallelen Netzebenen reflektiert und erzeugt auf einer Photoplatte eine

Drehmagnetinstrument – Drehstrom

Schwärzung (Spektrallinie). Aus ihrer Lage kann bei bekanntem Netzebenenabstand die Wellenlänge, oder bei bekannter Wellenlänge der Netzebenenabstand berechnet werden.

Drehmagnetinstrument, elektr. Strom- und Spannungsmesser für Gleichstrom, beruht darauf, daß eine von zwei Magnetfeldern beeinflusste Magnetnadel sich auf die Resultierende beider Felder einstellt. Praktisch tritt an Stelle der Magnetnadel eine magnetisierte Scheibe, die Achse und Zeiger mitnimmt. Eins der Felder wird ständig gleich stark von einer feststehenden Magnetscheibe, dem Richtmagnet, hervorgerufen, das andere von zwei Drahtspulen, durch die der Meßstrom fließt.



Drehscheibe

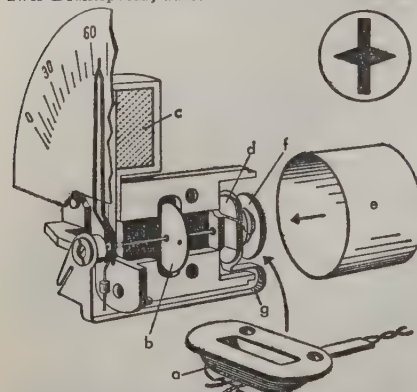
gen, etwas geneigten Trommel, die sich langsam dreht und in ihrem Inneren das eingebrachte Gut langsam fortbewegt. Er wird mit Kohlenstaub, Gas oder Öl beheizt. Länge bis 160 m. 2) **Drehrostofen**, senkrechter Schachtofen mit Rührwerk.

Drehscheibe, 1) **EISENBAHN**: eine Brücke mit Gleis für das Drehen und Schwenken von Eisenbahnfahrzeugen in eine beliebige Richtung. Die Brücke ruht versenkt in einer Grube und dreht sich um einen Zapfen in der Mitte, der bei kleineren Scheiben auch die Last überträgt (**Königsstuhl**). Bei großen und schweren Fahrzeugen, wie Lokomotiven, verwendet man elektrisch angetriebene **Gelenk-D.** mit Durchmessern bis zu 23 m. Dabei ruht die Last zum Teil auch auf einem kreisförmigen, in der Grube liegenden äußeren Schienenstrang.

2) **Töpferscheibe**, die durch Fuß- oder Motorantrieb in Umdrehung versetzt wird; sie dient dazu, eine Tonmasse in kreisrunde Form zu bringen.

Drehspiegel, 1) ein schnell rotierender Mehrflächenspiegel prismatischer Form, der schnell veränderliche optische Vorgänge bequemer beobachtbar macht, indem er sie flächenhaft ausbreitet. Physikalische Bedeutung hat der D. bei der Messung der Lichtgeschwindigkeit nach **FOUCAULT**, technische für Zeitlupe und Fernsehen (**Spiegelkranz**). 2) Spiegel zur Beobachtung sehr kleiner Ausschläge bei Spiegelgalvanometer und Schleifenzillograph.

Drehspulinstrument, elektr. Strom- und Spannungsmesser mit Dauermagnet **M** für Gleichstrom, beruht auf der Kraftwirkung, die eine Stromspule **S** in einem Magnetfeld erfährt. Der meist ringförmige



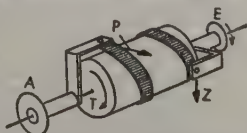
Drehmagnetinstrument, Meßwerk; oben rechts Meßwerksymbol; a Spule, b Drehmagnet, c Dämpfung, d Richtmagnet, e Abschirmkappe, f magn. Nebenschluß, g Nullpunkttrücker (greift über Abschirmkappe).

Drehmeißel, Werkzeug zum → Drehen.

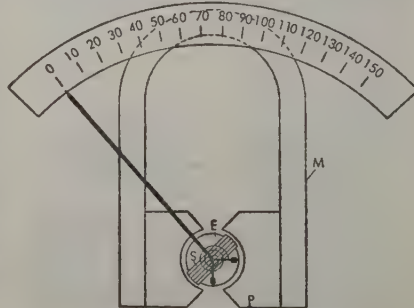
Drehmoment eines Systems von Massenpunkten, die vektorielle Summe der Kraftmomente (→ Kraft) der an den einzelnen Massen angreifenden Kräfte; es spielt für die Drehbewegung dieselbe Rolle wie die Kraft bei der Translation (→ Drehimpuls).

Drehmomentverstärker, Hilfsgerät in mathemat. Instrumenten, Regelungsapparaturen u. dgl., um das schwache von Meßgeräten abgebbare Drehmoment verstärkt weiterzuleiten. Beim **mechanischen D.** (BILD) ist um eine umlaufende Trommel **T** lose ein Band geschlungen; ein geringer Zug **Z** am von der Trommel ablaufenden Bandende erzeugt eine viel größere Kraft **P** am auflaufenden Bandende, wenn Reibungskoeffizient und Umschlingungswinkel groß genug sind. Ein kleines Drehmoment beim Eingangsrad **E** bewirkt also ein großes Drehmoment am Ausgangsrad **A**.

Drehofen, 1) **Drehrohrföhr**, der zum Glühen von Rohstoffen benutzt wird; er besteht aus einer lan-



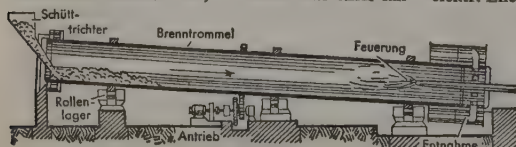
Mechanischer Drehmomentverstärker (schematisch)



Drehspulinstrument

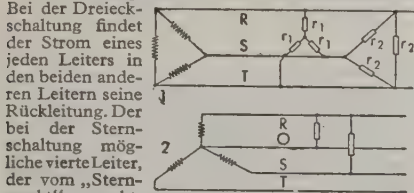
Magnet hat eine zylindrische Polbohrung und in dieser mit wenigen mm Abstand einen zylindrischen Weichenkern **E**. Die Drehspule ist so gelagert, daß ihre langen Schenkel sich um den Kern drehen können; **P**=Polschuh.

Drehstrom, **Dreiphasenstrom**, eine Verkettung von drei um 120° phasenverschobenen Wechselströmen zur Übertragung und Verteilung von elektr. Energie; heute die Grundlage der Stromversorgung, das billigste Mehrphasensystem mit kleinster Leiterzahl (3). Im **D.-Generator** ist die Verbindung der Erzeugerwicklungen für die drei Wechselströme entweder eine **Dreieckschaltung**, d. h. das Ende der ersten Wicklung wird mit dem Anfang der zweiten Wicklung, das Ende der zweiten mit dem Anfang der dritten und deren Ende wiederum mit dem Anfang der



Drehofen

ersten verbunden, und die drei „Leiter“ gehen von den drei Knotenpunkten ab, oder eine *Sternschaltung*, d. h. die Enden der drei Wicklungen werden in einem Verkettungspunkt zusammengeschlossen, und die Leiter gehen von den drei freien Enden ab.



Drehstrom: 1 symmetrische Belastung eines in Dreieck geschalteten Drehstrom-Generators durch in Stern (r_1) und in Dreieck (r_2) geschaltete Verbraucher; 2 unsymmetrische Belastung eines in Stern geschalteten Drehstrom-Generators durch einphasige Verbraucher.

Nur im Bereich der Niederspannung wird vom Transformator ab der Sternpunkt (Nullleiter) gelegt (Vierleitersystem). Größere Stromverbraucher, wie Motoren, Öfen usw., werden „dreiphasig“ an das Drehstromnetz (Spannung meist 380 V) angeschlossen; benutzt man den geerdeten Sternpunkt (Nullleiter) zur Rückleitung, so schließt man kleinere Stromverbraucher (Licht, Haushaltgeräte, Elektrowerkzeuge usw.) „einphasig“ zwischen einen der drei „Außenleiter“ („Phasen“) und den Nullleiter an. Die Spannung ist dann $\frac{380}{\sqrt{3}} = 220$ V. Solche

Vierleiter-Drehstromnetze mit 380/220 V Spannung sind sehr verbreitet. Da keine höhere Spannung als 220 V gegen Erde auftreten kann, gelten sie als Niederspannungsnetze. Einphasiger Anschluß an zwei Außenleiter mit 380 V ist für schwache Anschlußleistungen auch möglich, wenn alle Stromverbrauchergeräte (Motoren, Leuchten, Heizgeräte u. dgl.) „genullt“ sind (→ Erdung). In diesem Fall und wo es sonst aus betriebl. Gründen zweckmäßig erscheint, insbes. zur Aufrechterhaltung der Sicherheit, muß der Nullleiter oder der Sternpunkt am Transformator geerdet werden und darf nicht durch → Sicherungen gesichert sein. – Die drei Hauptleiter werden mit R, S, T bezeichnet und durch die (an Sammelschienen und Leitungen angebrachten) Farben gelb, grün, violett unterschieden. – Bei Hochspannungsleitungen ist bisweilen ein viertes, meist dünneres, nicht an Isolatoren befestigtes Seil vorhanden, das als Blitzschutz und Erdungsseil dient.

Zur Energie-Übertragung wird D. gewöhnlich mit einer Spannung bis etwa 11000 V erzeugt, auf die erforderliche Übertragungsspannung (bis 380000 V) transformiert und in Mittelspannungsnetzen (5000 bis 60000 V) und Niederspannungsnetzen (meist 380/200 V) weiterverteilt.

Drehtransformator, Induktionsregler, Potentialregler, ein Transformator zur Spannungsregelung, der wie ein Induktionsmotor gebaut ist. Die parallel am Netz liegenden Primärwicklungen (Sternschaltung) sind auf dem Läufer, die Sekundärwicklungen (in Reihe mit dem Netz geschaltet) auf dem Ständer untergebracht. Durch Verdrhen des Läufers um einen bestimmten Winkel erfährt die in der Ständerwicklung vom Drehfeld induzierte Spannung eine entsprechend große Phasenwinkelverschiebung gegenüber der Netzspannung. Diese Zusatzspannung gleichbleibender Amplitude ergibt zusammen mit der Netzspannung die durch den Phasenwinkel geteilte Spannung.

Drehung, 1) MECHANIK: → Rotation.

2) MATHEMATISCH sind die D. bestimmte → Abbildungen im Raum, bei denen eine Gerade, die *Drehachse*, fest bleibt. Die Größe der D. mißt der *Drehwinkel*. Die D. um solche Drehachsen, die

durch einen ein für allemal fest gewählten Punkt des Raumes gehen, bilden eine → Gruppe, die *Drehungsgruppe*. D. lassen sich auch durch Matrizen beschreiben.

Drehungsdispersion, Rotationsdispersion, bei optisch aktiven Körpern die Abhängigkeit des Drehvermögens für polarisiertes Licht von der Wellenlänge. Durch D. wird polarisiertes Mischlicht in seine monochromatischen Bestandteile zerlegt. Wie bei der gewöhnlichen (Brechungs-) Dispersion kann neben der *normalen D.* (wachsende Drehung mit wachsender Frequenz) in der Nähe von Resonanzstellen im optisch aktiven Medium auch *anomale D.* (wachsende Drehung mit abnehmender Frequenz) auftreten.

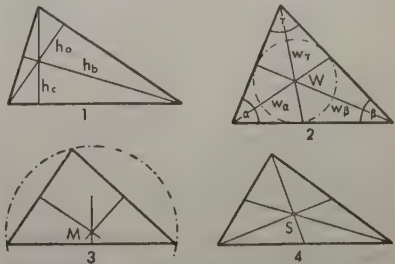
Drehvermögen, 1) magnetisches, → Magneto-optik; 2) optisches, → Polarisation.

Drehwaage, Torsionswaage, Gerät zur Messung von anziehenden oder abstoßenden Kräften (Massen- oder elektrische Kräfte). Ein an einem Faden horizontal hängender Stab wird beim Annähern eines Körpers oder einer elektr. Ladung aus der Ruhelage gedreht. Die Drehung gibt ein Maß der Kraft. Als rücktreibendes Richtmoment wirkt die Drillung des Aufhängedrahts.

Drehwähler, → Fernsprecher.

Drehzahl, die Anzahl der Umdrehungen eines Maschinenteils in der Zeiteinheit. Beim *mechanischen Drehzahlmesser* werden die Umdrehungen während eines bestimmten Zeitraums gezählt; häufiger jedoch benutzt man den Ausschlag eines mitgedrehten pendelartigen Körpers (oder auch einer Flüssigkeit) zur Anzeige, der sich durch die Fliehkraft, also abhängig vom Quadrat der Drehzahl, verlagert. Der Ausschlag wird auf einen Zeiger oder Schreibstift (*Drehzahlreiber*) übertragen. Der *magnetische D.-Messor* beruht auf der Wirkung der Wirbelströme. Seine Ausschläge sind proportional der D. Sie geben also, im Gegensatz zu den vorigen, auch die Drehrichtung an. Der *elektrische D.-Messor* beruht als *Zeiger-D.-Messor* darauf, daß die Spannung eines elektr. Generators drehzahlabhängig ist. Elektr. *Zungen-D.-Messor*, → Frequenzmesser.

Dreieck. Man unterscheidet *gleichseitige* (3 gleiche Seiten), *gleichschenklige* (2 gleiche Seiten) und *ungleichseitige D.*, ferner *spitzwinklige D.* (alle Winkel kleiner als 90°), *rechtwinklige* (ein Winkel 90°) und *stumpfwinklige D.* (ein Winkel größer als 90°). Die Summe der drei Winkel im ebenen D. (der Eukli-



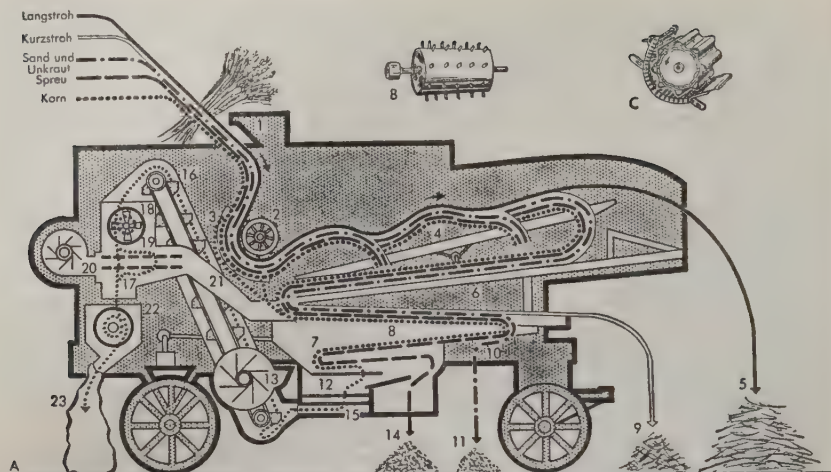
Dreieck: 1 Höhenlinien (h_a, h_b, h_c). 2 Winkelhalbierende (w_a, w_b, w_c); W Mittelpunkt des Inkreises. 3 Mittellote; M Mittelpunkt des Umkreises. 4 Mittellinien; S Schwerpunkt des Dreiecks.

dischen → Geometrie beträgt 180°; gleichen Winkeln liegen gleiche Seiten, dem größeren (kleineren) Winkel die größere (kleinere) Seite gegenüber. Die Summe (Differenz) zweier D.-Seiten ist stets größer (kleiner) als die dritte (*D.-Ungleichung*), die Fläche ist gleich dem halben Produkt aus einer Seite und der auf ihr senkrecht stehenden Höhe. Ein *sphärisches oder Kugel-D.* ist ein Teil der Kugeloberfläche, von drei Bogen größter Kugelkreise begrenzt.

Dreiecksaufnahme, → Triangulation.

Dreieckschaltung, eine Schaltungsart bei Drehstrommaschinen oder -verbrauchern, bei der die

Dräikörperproblem – Drillmaschine



Dreschmaschine: A Längsschnitt durch eine Dreschmaschine (nach Orion V/15). B Dreschtrömmel einer Stiften-Dreschmaschine. C Schlagleistenentrommel mit Dreschkorb. Die Garbe gelangt durch die Einlegeöffnung 1 zwischen die Dreschtrömmel 2 und den Dreschkorb 3. Das Langstroh geht über den Strohschüttler 4 aus der Maschine heraus (5). Kurzstroh, Sand, Unkraut und restliche Körner fallen auf den Rücklaufboden 6 und gehen mit den vom Dreschkorb kommenden Körnern über das erste Reinigung 7 übergeordnete Abreutersieb 8, wobei das Kurzstroh aus der Maschine nach 9 gelangt. Das übrige fällt durch und wandert über das Sandsieb 10. Unkrautsamen fällt durch nach 11. Das Gebläse 13 bläst die Spreu über das Kaffsieb 12 nach 14. Das Korn fällt durch 12 und 15 und wird mit dem Elevator 16 der zweiten Reinigung 17 zugeführt, geht durch den Entgraner 18 über die vom Gebläsewind 20 bestrichenen Siebe 19, wobei Unreinigkeiten durch den Kanal 21 abgehen, durch den Sortierzylinder 22 in die Säcke 23.

Wicklungen oder Belastungswege so geschaltet sind, daß jeweils das Ende des einen mit dem Beginn des folgenden Zweiges verbunden ist. Die Zuleitungen werden an den drei Eckpunkten angeschlossen. → Drehstrom.

Dräikörperproblem, Mehrkörperproblem, die Aufgabe, die zeitliche Entwicklung eines Systems von drei oder mehr Körpern bei gegebenen Anfangslagen und -geschwindigkeiten zu berechnen, wenn zwischen je zweien der Körper Kräfte nach Art der Schwerkraft wirken. Das D. ist nur unter sehr speziellen Annahmen exakt gelöst (LAGRANGE 1772); in allen allgemeinen Fällen (*Astronomie*: Sonnensystem; *Atomphysik*: Heliumatom und höhere Atome) sucht man durch Störungsrechnung Näherungslösungen zu gewinnen.

Dreiphasenstrom, → Drehstrom.

Dreisatz, Regel de tri, ein Rechenverfahren, um aus drei gegebenen Größen einer Proportion die vierte zu finden. Beispiel: 5 kg einer Ware kosten 28 DM, was kosten 6 kg? Lösung: Da 5 kg 28 DM kosten, ist der Preis für 1 kg der fünfte Teil = 5,60 DM, für 6 kg das Sechsfache von 5,60 DM = 33,60 DM.

Drell, Drillich, Zwillich, sehr dicht und fest gearbeitetes Baumwoll-, Leinen- oder Halbleinengeewebe in Spitzkörperbindung, für Arbeitsanzüge, Berufsjacken, Matratzenbezüge und Markisen.

Drempel, kurzes Stück Wand, das über den Dachboden bis zur Dachtraufe ragt.

Dreschfegel, Handgerät zum Dreschen: ein Hartholzknüttel ist mit kurzem Riemen beweglich mit einem starken Stiel verbunden.

Dreschmaschine, feststehende oder fahrbare Maschine zum Entkörnen von Getreide, Hülsenfrüchten, Raps, Klee usw. Die Ähren, Schoten, Kapseln usw. werden zwischen einer schnelllaufenden Trommel und einem feststehenden, die Trommel teilweise umschließenden Korb durch Schlag oder Reibung entkörnt. Bei *Schlagleistendreschern* ist der Trommelumfang längsseitig mit gerippten, der Korb mit glatten, scharfkant. Leisten versehen. Bei *Stiften-dreschern* laufen die Stifte der Trommel zwischen

Stiften des Korbes. Der Korbabstand ist regelbar. Für Öl-, Mais- und Hülsenfrüchtedrusch werden auch Sonderausführungen gebaut. Durch Schüttler, Siebe und Gebläse werden die Körner von Stroh, Spreu und Abfall getrennt.

dressieren, SCHNEIDEREI: das Formgeben der Großstücke durch feuchtes Bügeln unter gleichzeitigen Strecken.

Drift, die langsame Änderung einer gemessenen Größe, z. B. die Frequenzänderung eines Oszillators durch allmähliche Erwärmung des Geräts nach dem Einschalten und andere Ursachen.

Driftröhren, bei Linearbeschleunigern die röhrenförmigen Hochfrequenzelektroden, zwischen denen die Teilchen beschleunigt werden. In den Röhren selbst sind die Teilchen gegen das beschleunigende elektrische Feld abgeschirmt, die Teilchen „driften“ darin mit konstanter Geschwindigkeit. Die Länge der D. ist so auf die jeweilige Geschwindigkeit der Teilchen abgestimmt, daß diese im richtigen Augenblick an der nächsten Beschleunigungsstrecke ankommen, nämlich dann, wenn die Hochfrequenz die richtige für die Beschleunigung notwendige Polarität hat.

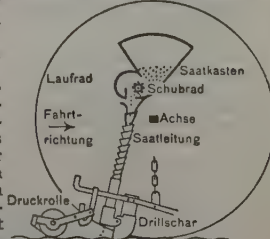
Drilling, 1) Jagdgewehr mit drei Läufen, gewöhnlich zwei Schrotläufen und einem Kugellauf.

2) dreispitziger Angelhaken zum Raubfischfang.

3) D.-Kristalle,

→ Zwillinge.

Drillmaschine, landw. Maschine zum Auslegen des Samens in Reihen. Der Samen wird dem Saatkasten durch Särder entnommen und fällt durch die Saatlösungsrohre in die von den Drill-

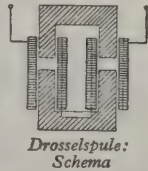


Drillmaschine: Querschnitt (Schema)

scharen (z.T. auch Scheibenschar) gezogenen Erdrollen, die anschließend zugestrichen werden. Angeordnet wird die Saat durch Druckrollen. Reihenabstand und Saattiefe sind verstellbar; die Saatmenge wird durch Veränderung der Förderbreite oder der Drehzahl der Säder über Getriebe geregelt. Saatkasten und Säorgane sind zu einem zweirädrigen Fahrgestell vereinigt, das durch einen zweirädrigen Vorderwagen gesteuert oder unmittelbar an einen Schlepper angehängt wird. Zusatzeinrichtungen ermöglichen die häufigenweise Ablegung des Samens (*Dibbelsaat*).

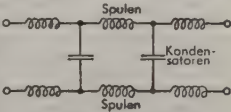
Drillung, Verdrehung eines stabförmigen oder stabähnlichen Körpers durch Momente, die in Ebenen senkrecht zur Stabachse wirken (→ Scherung).

Drossel, *Drosselspule*, eine Spule zur Schwächung (Drosselung) eines Wechselstromes. Die Schwächung wird, im Gegensatz zu einem Widerstand, praktisch ohne Leistungsverlust durch den induktiven Widerstand (Blindwiderstand) bewirkt, der durch einen Eisenkern erhöht und durch einen einstellbaren Luftspalt im Eisenkern den gewünschten Wert erhalten kann.



Drosselspule: Schema

Drosselkette, elektr. Filter zum Sperren von Wechselströmen oberhalb einer bestimmten Frequenz, bestehend aus einer Anzahl Spulen mit querschalteten Kondensatoren.



Drosselkette: Schema

Drosselklappe, eine bewegliche Klappe zum Verstellen des Querschnitts einer Rohrleitung, z.B. in der Saugleitung von Ottomotoren (Vergasermotoren und Gasmotoren) zur Regelung der Menge des angesaugten Brennstoff-Luft-Gemisches und damit der Leistung des Motors.

Drosselscheibe, *Drosselblende*, eine in der Rohrleitung eingebaute Scheibe mit scharfkantigem Durchflußloch zur Erhöhung des Widerstandes (Drosselung). Die D. läßt sich im Gegensatz zu *Drosselventilen* und -*schiebern* nicht verstellen. Bei größeren Druckunterschieden werden mehrere D. zu einer *Kaskadendrossel* zusammengebaut.

Druck, **PHYSIK**: die Kraft je Flächeneinheit. Als Maßeinheiten für den D. sind gebräuchlich: 1) die *physikalische Atmosphäre* (atm), gleich dem D. am Boden einer 760 mm hohen Quecksilbersäule am Ort der Normfallbeschleunigung (1927), zur Vermeidung von Mißverständnissen 1948 definiert durch: $1 \text{ atm} = 1013250 \text{ dyn/cm}^2$. 1 Torr (früher 1 mm Quecksilbersäule, 1 mm Hg) ist der 760. Teil einer atm. 2) die *technische Atmosphäre* (at); sie ist gleich 1 kp/cm^2 . 3) Die Einheiten im MKS- und CGS-System (→ Maßsysteme) sind das N/m^2 (*Newton pro m*²) und dyn/cm^2 ; $1 \text{ N/m}^2 = 10 \text{ dyn/cm}^2$. Davon abgeleitet ist 1 b (*Bar*) = 10^6 dyn/cm^2 ; 1 mb (*Millibar*), der tausendste Teil des Bar, wird in der Meteorologie international als Einheit bei Luftdruckangaben benutzt. In der Akustik wird der Schalldruck in *Mikrobar*, μb ($1 \mu\text{b} = 1 \text{ dyn/cm}^2$), angegeben. Umrechnungen: $1 \text{ N/m}^2 = 10 \text{ dyn/cm}^2 = 10^{-5} \text{ b} = 0,987 \cdot 10^{-5} \text{ atm} = 1,020 \cdot 10^{-5} \text{ at} = 0,750 \cdot 10^{-5} \text{ Torr}$.

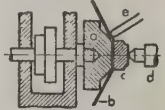
Die Messung des D. in *ruhenden Flüssigkeiten und Gasen* erfolgt mit → Manometern und → Barometern. Sehr kleine D.-Differenzen bestimmt man mit der *D.-Libelle*, einem unter sehr stumpfem Winkel (nahezu 180°) geknickten, mit Petroleum oder Xylol gefüllten Glasrohr von ungefähr 3 mm Weite, in dem der D. die Flüssigkeitssäule verschiebt. Bei Mikroskop. Ableseung ist eine Druckänderung von 1 Hundertmilliontel (10^{-8}) at noch deutlich feststellbar.

Geräte zur Druckmessung in *Strömungen* sind das → Pitotrohr und das → Staurohr nach PRANDTL.

Der D. auf *feste Körper*, der eine Stauchung be-

wirkt, wird mit besonderen Manometern und *D.-Meßdosens* gemessen. Bearbeitungsdrücke mißt man mit Kondensator-Meßdosens, Kohle-druck-Meßdosens oder piezoelektr. Meßdosens. In der elektr. Kondensator-Meßdose befindet sich gegenüber dem Druckdeckel in 0,5 mm Abstand eine isolierte Stahlplatte. Beide sind als Kondensator in einen elektr. Schwingungskreis eingeschaltet. Bei Belastung des Deckels nähert er sich der Stahlplatte, wodurch die elektr. Kapazität des Kondensators geändert wird. Bei der Kohle-druck-Meßdose dient die Widerstandsänderung von Kohle, bei der piezoelektr. Meßdose die durch D. erzeugte elektr. Spannung in bestimmten Kristallen zur Messung.

drücken, ein Verfahren zur Herstellung runder, hohler Gegenstände, bei dem die umzuförmende Blechscheibe in eine Dreh- oder *Drückbank* eingespannt und unter gleichzeitigem Rotieren mit einem *Drückstahl* oder einer *Drückrolle* gegen ein der Form entsprechendes Modell gedrückt wird. Die Drückstähle sind gehärtete und polierte Stahlstäbe mit abgerundetem Ende.



drücken: Schema des Arbeitsvorgangs; a Holzmodell, b Blech, c Vorspanner, d Reitstockspitze, e Drückstahl.

Druckfarbe besteht mit Ausnahme der Zeitungsrotations-, der Tiefdruck- und der Anilin-D. aus Leinölfirnis (*Druckfirnis*) mit Farbstoffen.

Druckfestigkeit, → Druckversuch, → Festigkeit.

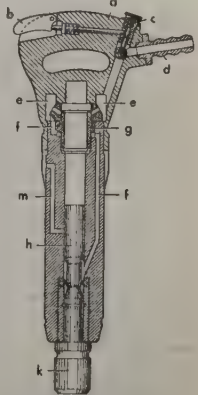
Druckguß, ein Verfahren zur Herstellung von Gußteilen durch Einspritzen des flüssigen Metalls unter hohem Druck in gekühlte Stahlformen.

Druckkabine, in Verkehrsmitteln ein nach außen luftdicht abgeschlossener, klimatisierter Raum für Besatzung und Fluggäste; ermöglicht das Fliegen in großer Höhe ohne Atmungsgerät.

Druckluft, **Preßluft**, verdichtete Luft für den Betrieb von D.-Werkzeugen, D.-Geräten (Sandstrahler, Farbspritzpistolen) und D.-Kraftmaschinen (D.-Lokomotiven). D. wird erzeugt mit Verdänger- oder mit Kreiselkompressoren. Die Luft wird durch einen Filter angesaugt und im Druckwindkessel gespeichert; der Druck liegt zwischen 1–200 atü.

D.-Werkzeuge verwendet man zur Bearbeitung von Metallen, Gestein, Erde u.a. Luftverbrauch zwischen 0,2 und 1,75 m³/min. **Schlagwerkzeuge** sind Niethammer, Nietabschlaghammer, Meißel, Pfisterramme, Pfahlramme, Pfahlzieher, Stampfer, Rüttelwerkzeug, Säge. Bei den **Werkzeugen mit Drehbewegung** wird aus einer Düse D. auf ein Schaufelrad geblasen. Sie werden verwendet als Bohr- und Schleifmaschinen mit bes. hohen Drehzahlen und als Druckluftschrauber zum Festziehen von Schrauben mit einem vorbestimmten, nicht überschreitbaren Drehmoment. **Düsenwerkzeuge** wirken mittels eines Druckluftstrahles als Arbeitsmittel und werden angewendet als Farbspritzpistolen, Sandstrahlreiniger u. a.

Druckmittelgetriebe übertragen mit Hilfe eines nur auf Druck beanspruchbaren Mittels eine Bewegung vom Antrieb auf den Abtrieb einer Maschi-



Druckluftwerkzeuge:

Drucklufthammer; a Handgriff, b Drücker, c Regelventil, d Schlauch-tülle, e Ringraum (Luft-zufuhrraum), f Steuerkanal, g Steuerschieber, h Kolben, k Werkzeug, m Auslaßkanal.

Druckpunkt – Dübel

ne. Es gibt *pneumatische Getriebe* und $\rightarrow$ Flüssigkeitsgetriebe.

Druckpunkt, 1) Eigenschaft der Abzugsvorrichtung moderner Schußwaffen, die eine ruhige, ziel-sichere Abgabe des Schusses erleichtern soll.

2) Angriffspunkt der Luftkraft an einem Tragflügel, im allgem. abhängig vom Anstellwinkel. Die Änderung des D. mit dem Anstellwinkel ist für Längsstabilität und Momentausgleich eines Flugzeuges wichtig. **Druckpunkt-feste Profile** sind solche, die in dem praktisch wichtigen Anstellwinkelbereich (etwa -5° bis $+15^\circ$) einen festen D. haben, was z. B. durch leichte Aufwärtsbiegung des hinteren Profildes erreicht werden kann.

Druckschrift, die nach Buchstabenform unterschiedenen Schriften der Druckereien. Hauptformen: **Fraktur** **Gothisch** **Schwabacher** **Antiqua** **Mediaeval** **Grotesk** **Kursiv**

Druckstock, das $\rightarrow$ Klischee.

Druckstufenstrecke, Anordnung für den Einschluß intensiver Teilchenstrahlen in Gase hohen Drucks (SCHOPPER u. SCHUHMACHER). Aus dem Hochvakuum von 0,0001 Torr wird der Elektronenstrahl durch zwei Vorkammern von 1,5 Torr und 30 Torr in die freie Atmosphäre geschossen.

Drucksuturen, zackige Nähte, die durch Auflösung von Kalkstein, auch Schwerspat, auf Schichtflächen unter Gebirgsdruck entstehen und durch tonige Auflösungsrückstände in Form feinsten Häutchen auf dem Querbruch sichtbar werden.

Druckverfahren, Arbeitsverfahren zur Herstellung einer beliebigen Anzahl gleichmäßiger Abdrucke einer eingefärbten Druckform (Druckplatte) auf Papier oder anderes Material. **Hochdruck** ($\rightarrow$ Buchdruck, Anilindruck): die druckenden Elemente sind erhaben, die Druckform eben (Flachformdruck) oder zylindrisch (Rotationsdruck). **Flachdruck** (Offset-, Licht-, Steindruck): druckende und nichtdruckende Elemente liegen in derselben Ebene; das Verfahren beruht auf der Unvermischbarkeit und gegenseitigen Abstoßung von Wasser und fetthaltigen Farben; als Druckform dienen Steine, Glasplatten, flache oder rundgebogene Zink- und Aluminiumplatten; das Druckbild wird auf das Papier direkt oder indirekt über einen Gummizylinder übertragen. **Tiefdruck** (Kupfertiefdruck, Stahlstich, Radierung, Heliogravüre, Zeugdruck, Rakeldruck): die druckenden Elemente sind tiefegelegt; von der Druckform wird die aufgetragene Farbe abgerakelt, so daß Farbe nur in den tiefliegenden Näpfchen verbleibt; das Papier wird durch einen Druckzylinder (Presseur) auf die Druckform gepreßt, wodurch die Farbe aus den Näpfchen auf das Papier übertragen wird und das Druckbild entsteht. Fast alle D. werden ein- oder mehrfarbig auf den verschiedenen Druckmaschinen durchgeführt.

E. KOLLECKER – W. MATUSCHKE: Der moderne Druck (*1958).

Druckversuch, Belastung von Probekörpern bis zum Bruch. Die Höchstlast bezogen auf den ursprüngl. Querschnitt ergibt die **Druckfestigkeit**.

Druckwindkessel, ein in der Druckleitung eingebauter Windkessel, dient bei Kolbenpumpen einer gleichförmigen Förderung, bei Pumpen- und Verdichteranlagen als Speicher.

Drummondscher Brenner besteht aus einem Kalkzylinder, der sich in einer Knallgasflamme langsam dreht; der Kalk gerät in starkes Glühen und strahlt ein blendend weißes Licht aus (TH. DRUMMOND 1826; GUERNEY, 1823).

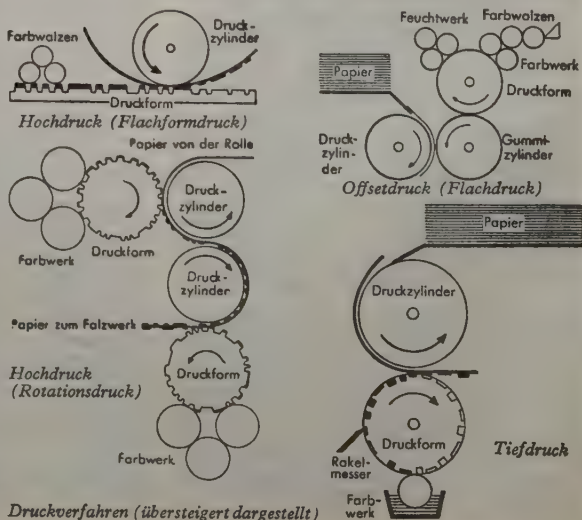
Druse, Aggregat von Kristallen, bes. von Bergkristallen oder Amethysten, die die Wände von Gesteinshöhlräumen bedecken und mit gut entwickelten Flächen ins Innere des Hohlraums ragen.

Dualismus, die experimentell erwiesene und theoretisch gefestigte Tatsache, daß den kleinsten Bestandteilen der Materie, den Elementarteilchen, Wellen zugeordnet werden müssen, die ihr Verhalten in Raum und Zeit beschreiben, und daß umgekehrt den Lichtwellen Teilchen (Lichtquanten) zuzuordnen sind, die die Emissions- und Absorptionsprozesse erklären. $\rightarrow$ Komplementarität, $\rightarrow$ Wellenmechanik.

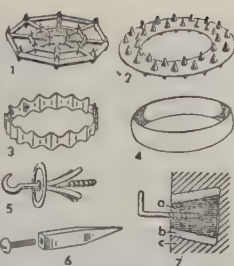
Dualität, MATHEMATIK: die wechselseitige Zuordnung zweier Begriffe, bei deren Vertauschung richtige Sätze wieder in richtige Sätze übergehen. So läßt sich z. B. für die **projektive Geometrie** der Ebene ein Axiomensystem finden, das symmetrisch ist in den Begriffen Punkt und Gerade. In dieser Geometrie gibt es daher zu jedem Satz über Punkte und Geraden einen **dualen Satz**, der aus jenem durch Vertauschung der Begriffe Punkt und Gerade hervorgeht. So entspricht dem Satz, daß zwei Geraden einen Punkt bestimmen, dual der Satz, daß zwei Punkte eine Gerade bestimmen. Zum Begriff des Dreieckes ist dual der Begriff des Dreieckes.

Dreiecksystem, **dyadisches System**, **binäres System**, das Zahlensystem mit der Grundzahl 2, benutzt eine vom $\rightarrow$ Dezimalsystem abweichende Schreibweise der Zahlen mit nur 2 Zahlzeichen (Ziffern). Z. B. ist das Zeichen der Zahl 21 im D.: 10101, denn es ist $21 = 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1$. Wegen seiner großen Einfachheit wird das D. in modernen Rechenmaschinen verwendet.

Dübel, 1) in ein Loch in der Wand eingesetzter oder eingepigster Holzpflöck zum Aufnehmen von Nägeln, Haken oder Schrauben. **2)** D. aus Hart-



holz verbinden zwei aufeinanderliegende Hölzer, damit diese sich nicht verschieben können. D. aus Eisen oder Stahl dienen der Druckübertragung bei Fachwerkbändern; sie müssen durch nachspannbare Schraubenbolzen gehalten werden (Ring-D., Teller-D., Einpreß-D.).



Dübel: 1-3 Einpreßdübel; 1 System Stern; 2 System Geka; 3 System Alligator; 4 Einlaß-Ringkeildübel, System Appel; 5 Spreizdübel; 6 Stahldübel; 7 Wanddübel. a Dübel, b Füllung (meist Gips), c Wand.

Dublee, Double, 1) mit Gold überzogene Kupferlegierungen.

2) TEXTILKUNDE: verstärkte Gewebe mit 2 Ketten und 1 Schuß (Kett-D.) oder mit 1 Kette und 2 Schußlagen (Schuß-D.).

Dubletten, Edelsteinimitationen, die meist aus zwei wenig wertvollen Teilen zusammengeklebt oder verschmolzen sind. Häufig wird Glas oder Bergkristall dazu verwendet. Die Kitt- oder Schmelzgrenzen werden durch die Fassung verdeckt.

Ducht, die Sitzbank in einem offenen Boot aus Quer- und Längs-D., wobei erstere auch zur Querversteifung dient. Selten: Einzelnes Kardeel eines Taues.

Düker, Unterführung eines Wasserlaufes, auch einer Wasser- oder Gasleitung, unter einem Fluß, Kanal, einer anderen Leitung oder einem Bauwerk nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren.

Dulcin, Paraphenetolkarbamid, ein künstlicher Süßstoff (200 mal süßer als Zucker), entsteht durch Umsetzung von Paraphenetidin mit Harnstoff. D. ist von angenehmerem Geschmack als Saccharin und kochbeständig.

Dulcit, Melampyrin, $CH_3OH(CHOH)CH_2OH$, der zur Galaktose gehörige sechswertige Alkohol; im Pflanzenreich weitverbreitete, bes. in der Dulcitmanna von Madagaskar, ferner in *Melampyrum*-Arten u. a. vorkommende, süßliche Substanz.

Dulong-Petitche Regel, eine Regel, nach der die Atomwärmen aller festen Elemente annähernd gleich $6 \text{ cal/grad} \cdot \text{Mol}$ sind. Die D. kann aus der kinet. Theorie der Wärme abgeleitet werden. Sie trifft bei schweren Elementen besser zu als bei leichten. Bei tiefen Temperaturen versagt sie vollständig, weil beim absoluten Nullpunkt die spezif. Wärmen aller Stoffe nach dem Nernstschen Wärmesatz dem Werte Null zustreben.

Dündtelmaschine, Biesenmaschine, eine Flechtmaschine zur Herstellung von Schnüren oder Litzen, z. B. Spindelschnüren für Spinnmaschinen.

Düngemittel, Dünger, Stoffe, die dem Boden die wichtigsten Pflanzennährstoffe Stickstoff, Kali und Phosphorsäure künstlich zuführen oder die chemische oder physikal. Bodenbeschaffenheit verbessern. - Natürliche D. sind Stalldünger, Jauche, Kompost, Gründüngung. *Stall-D.* (Mist) enthalten alle wichtigen Pflanzennährstoffe, verbessern den Bodenzustand, reichern seinen Humus an und sind für viele Ackerböden unentbehrlich.

Von *Handels-D.* sind am wichtigsten die *Stickstoff-D.*, nämlich a) salpetersaure Salze (z. B. Chilesalpeter), b) Ammoniumsalze, c) Kalkstickstoff, d) Harnstoff, e) organ. Stickstoff-D. (Blut-, Leder-, Hornmehl). *Phosphorsäure-D.* sind: Superphosphat und andere Phosphate, sowie organ. Phosphorsäure-D. wie Guano und Knochenmehl, in denen man die Phosphorsäure mit Schwefelsäure aufschließt, um sie löslicher zu machen. *Kali-D.* sind die natürlichen Kalisalze (Kainit, Carnallit), ferner die fabrikmäßig an Kaliumgehalt verstärkten Kalisalze (Kaliumsulfat u. a.). *Kalk-D.* sind gemahlener Kalkstein, Kalkmehl, gebrannter Kalk, Abfallkalke

(Leunakalk, Scheideschlamm, Endlaugenkalk). *Voll-dünger* enthalten Stickstoff, Phosphorsäure und Kali.

Für das Breit- oder Reihestreuen des künstl. D. gibt es *D.-Streumaschinen*. Sie bestehen aus dem fahrbaren Vorratskasten und einer Vorrichtung zur Entnahme gleichmäßiger, einstellbarer Mengen: Ketten-, Walzen-, Schieber-, Schlitzstreuer. *Stall-düngerstreuer* arbeiten mit Zerkleinerungs- und Schleuderwerkzeugen.

Dunkelfeldbeleuchtung, → Mikroskop.

Dunkelwolken, → interstellare Materie.

Dünndruckpapier, sehr dünnes, festes, aus Hadern, Zellstoff, aber auch mit Holzschliffbeigabe hergestelltes, stark beschwertes Papier, Gewicht 30-45 g/m², Stärke etwa 0,04 mm.

Dünnschichtchromatographie, ein chromatogr. Verfahren ähnlich der → Papierchromatographie, bei dem statt Papierstreifen Glasplatten verwendet werden, auf die ein Adsorptionsmittel in dünner Schicht aufgebracht ist. Vorteil: Analyse sehr geringer Substanzmengen, weiter Anwendungsbereich.

Dünnschichtspeicher, schneller magnet. Speicher für ziffernmäßige Informationen, insbes. bei Rechenautomaten. Mit dem D. werden sehr kurze Schreib- und Lesezeiten von 10^{-8} bis 10^{-9} s erreicht, weil Ummagnetisierungen in Schichten unter etwa 10^{-4} mm Dicke überwiegend durch schnelle Drehprozesse statt durch die langsameren Wandverschiebungen der magnet. Elementarbereiche erfolgen.

Dünnschliff, ein für die mikroskopische Untersuchung bestimmtes, etwa 0,02 mm dickes planparalleles Mineral- oder Gesteinsplättchen. Das Objekt wird mit der zuvor einseitig angeschliffenen Fläche auf eine kleine Glasplatte, den Objekträger, gekittet und nach Abschliffen der zweiten Seite mittels einer neuen Kittschicht mit einem dünnen Deckglas zugedeckt. Als Kittmittel werden Kanadabalsam oder Kunststoffe verwendet.

Dunst, 1) blaugraue oder weißl. Trübung der Atmosphäre mit einer Sichtweite von mind. 1 km, durch Anhäufung fester trübender Teilchen oder feinsten Wassertropfchen, die sich an hygrokop. Kondensationskernen schon vor voller Sättigung bilden. 2) feines Mahlprodukt, in der Feinheit zwischen Mehl und Grieß liegend.

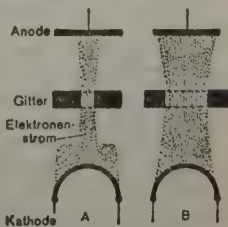
Duplexdruck, im Hoch- und Offsetdruck ein Verfahren, bei dem von einer Abbildung eine Hauptplatte und eine Hilfsplatte mit zwei verschiedenen Farben übereinandergedruckt werden.

Duralumin, eine Aluminiumlegierung mit 0,5-2% Magnesium, 3-5% Kupfer und 0,25-1% Mangan; die erste aushärtbare Aluminiumlegierung (erfunden von WILM, 1907).

Durchdrehender, Impulsender für Ionosphärenbeobachtung, Frequenzbereich 1-25 MHz.

Durchgang, der Vorübergang der Planeten Merkur und Venus vor der Sonne, wichtig zur Bestimmung des Erdbahnhalmessers. Letzte Venus-Durchgänge waren 1874 und 1882, der nächste findet 2004 statt. Merkur-Durchgänge treten etwa alle 8 Jahre ein. D. eines Sterns durch den Meridian eines Ortes heißt *Kulmination*.

Durchgriff, bei einer → Elektronenröhre die Größe des Einflusses einer Anodenspannungsänderung durch das Gitter hindurch auf den Elektronenstrom im Vergleich zu einer gleich großen Gitterspannungsänderung. Je enger die Zwischenräume des Gitters, um so kleiner der D. und umgekehrt.



Durchgriff: A die Gitteröffnung ist klein; Durchgriff gering. B die Gitteröffnung ist groß; Durchgriff groß.

Durchlaß, Dole, ein Bauwerk zur Unterführung eines Wasserlaufs unter einem Verkehrsweg (Eisenbahn, Straße, Kanal) mit freiem Gefälle. Nach der Bauweise unterscheidet man *offene D.* (nur bei Eisenbahnen, bestehend aus zwei Seitenmauern, den Wangen, auf denen die Schienen freitragend liegen), *Rohr-D.* (je nach Größe der Wasserführung des Wasserlaufes aus einem oder mehreren nebeneinander liegenden Rohren bestehend), *Platten- oder Gewölbe-D.* Bei starkem Gefälle des Wasserlaufes wird die Sohle des D. treppenförmig gestaltet (*Kaskaden-D.*). → Düker.

Durchlauferhitzer, kleines, elektrisch oder gasbeheiztes Gerät zur schnellen Bereitung von heißem Wasser. In Abhängigkeit vom Wasserdurchfluß wird die Zuführung der Heizenergie geregelt. Sicherheitsvorrichtungen stellen bei Unterschreiten eines bestimmten Wasserdrucks die Energiezufuhr ab.

Durchmesser,

1) MATHEMATIK: bei ebenen oder räumlichen Figuren größter Abstand zweier ihrer Punkte. 2) *Scheinbarer D.*, der Winkel, unter dem ein Stern von der Erde aus erscheint. 3) Die durch den Mittelpunkt gelegte Maßlinie eines runden Körpers, z. B. einer Welle. Bohrung; technisches Zeichen ϕ .

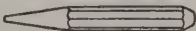
Durchmusterung, ein Sternkatalog, der Örter, Helligkeiten oder Spektraltypen einer großen Anzahl von Sternen gibt.

Durchsatz, die in einer bestimmten Zeit eine Anlage (Hüttenwerk, Ofen, Maschine) durchlaufende Stoffmenge.

Durchschläger, *Durchtreiber*, ein Werkzeug zum Lochen von Blechen, von glühenden dickeren Werkstücken (Schmiedetechnik), auch von Leder oder ähnl. Werkstoffen. Der D. wird mit einem Hammer durch das Werkstück getrieben.



Durchschläger



Durchschläger

Durchschlagspapier, Florpost, ein dünnes Papier vom Gewicht 25 bis 35 g/m² zur Herstellung von *Durchschlägen* auf der Schreibmaschine.

Durchschlagsfeldstärke, Durchschlagsfestigkeit, diejenige elektr. Feldstärke, bei der das Feld in einem Isolator durch Eintritt einer elektr. Entladung plötzlich zusammenbricht. Die D. von Luft ist 31,4 kV/cm (bei ebenen Platten im Abstand 1 cm und 760 Torr, 20°C), diejenige guter Isolatoren bis etwa 500 kV/cm. Bei der Prüfung von Isolierstoffen gilt als Durchschlagsspannung schlechthin diejenige Spannung, die bei kontinuierl. Spannungssteigerung um höchstens 1 Kilovolt/s zum Durchbruch führt. Von techn. Bedeutung sind die Spannungen, die von der Probe 1,5 oder 30 min lang ohne Durchschlag ausgehalten werden.

Durchschnitt, 1) in Technik und Statistik gebräuchliche Bezeichnung für das arithmetische $\rightarrow$ Mittel aus zwei oder mehreren Größen. 2) in der Mengenlehre die Gesamtheit der Elemente, die zwei oder mehreren Mengen gemeinsam sind.

Durchschuß, Metallstücke zur Herstellung der Zeilenzwischenräume auf Druckseiten.

Duroplaste, härtbare → Kunststoffe.
Dürreerze, geringhaltige Silbererze mit vorwiegend quarziger und karbonatischer Gangmasse.

Düse, enges Mundstück einer Rohrleitung, setzt den Druck in Geschwindigkeit (*Druck-D.*) oder Geschwindigkeit in Druck (*Saug-D.*) um. Verwendung zur Zerstäubung von Flüssigkeiten, in Dampfturbinen, Strahlgebläsen, Injektoren, Brennstoff-



Strömungsdüse



Zerstäubungsdüse



Spinnmaße für Kunstseide

Düse

pistolen, in der Kunstfaserindustrie zur Herstellung feiner Fäden (*Spinn-D.*), als Meßinstrument im Pitot- und Venturirohr.

Düsenstock, Verbindung zwischen Ringwindleitung und Blasformen bei Hochöfen, Blei- und Kupferschachtöfen.

Duveline, Velveton, weicher Rauhsamt (Samtimitation) aus Baumwolle in Schußbindung.

dyn, die Maßeinheit der Kraft im CGS-System (→ Maßsysteme). 1 dyn ist die Kraft, die der Masse von 1 g die Beschleunigung 1 cm s^{-2} erteilt: $1 \text{ dyn} = 1 \text{ g cm s}^{-2}$. 1 N (= veraltet 1 Dyn) = 10^5 dyn .

Dynamik, 1) der Teil der MECHANIK, der die Änderung des Bewegungszustandes von Körpern durch Kräfte behandelt, im Gegensatz zur →Statik und →Kinematik. Die D. der (inkompressiblen) flüssigen Stoffe wird als Hydrodynamik, die der gasförmigen, solange Kompressibilität und Temperaturänderungen vernachlässigt werden dürfen, als →Aerodynamik bezeichnet. Die D. der Gase unter besonderer Berücksichtigung ihrer Kompressibilität heißt →Gasdynamik. **2)** ELEKTROTECHNIK: der Lautstärkebereich eines elektroakust. Übertragungssystems, angegeben in Dezibel. Zur getreuen Wiedergabe von Orchestermusik muß die Lautstärke von Pianostellen bei der Aufnahme angehoben (Tonraffung), bei der Wiedergabe entsprechend geschwächt (Tonduehnung) werden; dies geschieht durch besondere Schaltungen (*D.-Entzerrung*).

Dynamit, Sprengstoff, ursprünglich bestehend aus 75 % Nitroglyzerin als dem eigentlichen Sprengstoff, aufgeaugt in 25 % Kieselgur. Diese Mischung ist sehr empfindlich gegen Wasser. Später wurde daher die Kieselgur durch Kollodiumwolle ersetzt; letztere ist selbst ein Sprengstoff und ergibt ein gelatineartiges D. (*Sprengelatine*). In dieser Form kommt das D. heute in den Handel; Zusammensetzung: 62–63 % Nitroglyzerin, 2–3 % Kollodiumwolle und Zusätze von Kali- oder Natriumsalper, Kaliumperchlorat, Ammonsalper. Detonationsgeschwindigkeit 6000–7000 m/s. – Das D. wurde 1867 von dem Schweden A. NOBEL erfunden.

Dynamomaschine, Dynamo, → Generator.

Dynamometamorphose, $\rightarrow$ Dislokation.

Dynamometer, → Bremsleistung.

Dyna Soar, ein in Entwicklung befindlicher Raumgleiter, der von bemannten Satelliten aus eine Landung im Gleitflug ausführen soll.

Dynatron, ein Röhrengenerator, bei dem das Gitter eine höhere positive Spannung als die Anode erhält, so daß Sekundärelektronen von der Anode zum Gitter fliegen und eine „fallende Kennlinie“ verursachen. Der dadurch bedingte negative Widerstand der Röhre erregt einen zwischen Anode und Kathode geschalteten Schwingungskreis ohne Anwendung von Rückkopplungsmitteln.

Dynode, Prallelelektrode, eine Elektrode mit hohem Sekundäremissionsvermögen, → Elektronengeräte.

Dyskrasit, rhombisches Antimonsilbererz Ag_3Sb , silberweiß, kommt auf Silbererzgängen, z. B. im Harz, vor.

Dysprosium, Dy, chem. Element, ein Metall aus der Gruppe der $\rightarrow$ Lanthaniden; Ordnungszahl 66, Massenzahlen 164, 162, 163, 161, 160, 158, Atomgewicht 162,50. Reinherstellung sehr umständlich; keine techn. Bedeutung.

dz, Abk. für Doppelzentner = 100 kg.

E

E, chem. Zeichen für $\rightarrow$ Einsteinium.

e, 1) MATHEMATIK: Basis der natürlichen $\rightarrow$ Logarithmen = 2,71828 ist definiert durch den Grenzwert $e = (1 + \frac{1}{a})^a$ für $a \rightarrow \infty$. 2) PHYSIK: die elektr. Elementarladung.

Eau de Javelle, wäßrige Lösung von Natriumhypochlorit; technisches Bleichmittel.

Ebene, eine Fläche mit der Eigenschaft, daß die Verbindungsgerade zweier ihrer Punkte stets ganz in ihr liegt. Eine E. läßt sich eindeutig festlegen 1) durch drei Punkte, 2) durch eine Gerade und einen außerhalb von ihr liegenden Punkt, 3) durch zwei einander schneidende Geraden, 4) durch zwei parallele Geraden. Analytisch ist die E. eine Fläche 1. Ordnung. Gaußsche E., $\rightarrow$ komplexe Zahlen.

Ebonit, Hartgummi, Vulkanisationsprodukt des Kautschuks mit hohem Schwefelgehalt.

Ebullioskopie, Molekulargewichtsbestimmung aus der molekularen Siedepunkterhöhung.

Ecdyson, $C_{15}H_{20}O_4$, Verpuppungshormon von Insekten. Schon der 100 000 000. Teil eines Gramms löst bei Fliegenmaden Verpuppung aus.

Echo, 1) AKUSTIK: **Widerhall**, entsteht bei Reflexion des Schalles an relativ großflächigen Hindernissen. Das Ohr braucht zur deutlichen Trennung zweier Schallimpulse etwa $\frac{1}{10}$ s (Dauer eines einsilbigen Wortes); der Abstand des Hindernisses muß also wenigstens etwa 33 m sein. Schneller aufeinanderfolgende mehrere E. verschmelzen zu einem zusammenhängenden **Nachhall**. Zur Erzeugung von Nachhall und E. für Sprach- und Musikübertragungen dienen **künstliche Echoräume**, Räume mit geringer Dämpfung durch glatte Wände, in denen der Schall langsam abklingt. 2) E. elektromagnetischer Wellen an Unstetigkeitsstellen lassen sich bei Leitungen und Kabeln durch Schaltmaßnahmen (**Echosperren**) oder beim drahtlosen Verkehr durch bes. konstruierte Antennen (Bündelung) vermeiden. Bei der Speicherung akustischer Vorgänge auf Magnetophondändern können **Vor- und Nachechos** durch gegenseitige magnet. Beeinflussung aufeinanderliegender Bandausschnitte entstehen.

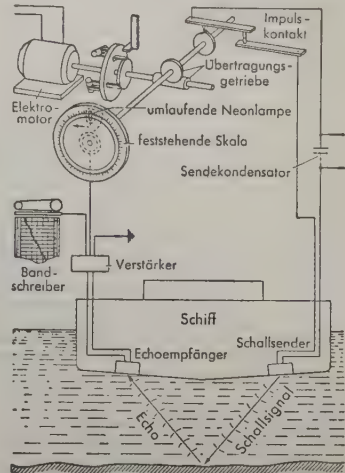
Echograph, Schreibgerät eines Echolots, auch die gesamte mit einem Schreibgerät ausgerüstete Echolotanlage. Sender und Empfänger des Echolots sind gleichzeitig gebaute magnetostriktive Schwinger ($\rightarrow$ Ultraschall).

Echolot, ein Gerät zur Entfernungsmessung mit Hilfe von Schallimpulsen (Glockenzeichen, Explosionen, Ultraschallimpulse). Im Wasser wird heute meist das **Ultraschall-E.** zur Messung der Höhe von Schiffen über Grund oder zum Anpeilen von Fremdkörpern, z. B. U-Booten, verwendet; es ist nicht verwendbar als Warnmittel gegen Eisberge, da der Reflexionskoeffizient von Eis gegen Wasser zu klein ist. Die Erfindung des Unterwasser-E. (**Behm-Lot**) wurde veranlaßt durch Ausarbeitung eines Verfahrens zur Verhinderung von Kollisionen mit Eisbergen (Untergang der Titanic).

Ecke, MATHEMATIK: ein Punkt (**Eckpunkt**), in dem zwei Seiten eines Vielecks oder mehrere Ebenen eines Körpers zusammenstoßen; **körperliche E.**, der Raum zwischen den Seitenebenen einer Pyramide, deren Grundfläche ins Unendliche gerückt ist.

Edelgase, die gasförmigen Elemente Helium, Neon, Argon, Krypton, Xenon und die isotopen radioaktiven Emanationen Radon, Thoron und Aktinon. E. sind farb- und geruchlose einatomige Gase und bilden keine oder nur unter extremen Bedingungen chem. Verbindungen. Dies hängt mit einer besonders abgeschlossenen Elektronenanordnung ihrer Atome zusammen. Sie bilden im $\rightarrow$ periodischen System der Elemente die nullte Gruppe. Die E. kommen in geringen Mengen in der atmosphär. Luft vor: 100 Liter Luft enthalten 932 cm³ Argon, 1,5 cm³ Neon, 0,5 cm³ Helium,

0,11 cm³ Krypton, 0,008 cm³ Xenon. Zusammen mit Mineralwässern und aus Erdgasquellen treten oft Gase aus, die größere Mengen an Argon und Helium enthalten. Bei der Trennung der Bestandteile der flüssigen Luft durch fraktionierte Destillation werden in einem Anteil die Edelgase (außer Helium)



Echolot: Schema (Atlas-Werke)

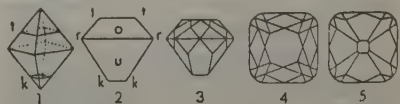
angereichert; sie können daraus in verhältnismäßig großer Reinheit als Gemisch oder einzeln gewonnen werden. Der Stromdurchgang durch E. erfordert nicht (wie bei mehratomigen Gasen) ein bestimmtes elektr. Feld, sondern (fast unabhängig vom Elektrodenabstand) eine bestimmte Potentialdifferenz. Die E. ermöglichen daher schon bei verhältnismäßig niedrigen elektr. Spannungen leuchtende Entladungen. Die Spektren des dabei ausgesandten Lichtes sind sehr charakteristisch und haben praktische und theoretische Bedeutung in der Physik.

Edelmetalle, Metalle, die sehr widerstandsfähig gegen chem. Einflüsse sind, z. B. nicht rosten, d. h. von dem Sauerstoff der Luft nicht angegriffen werden. In der Spannungsreihe sind sie edler als Wasserstoff, können daher von Säuren nur bei gleichzeitiger Oxydation gelöst werden. Die wichtigsten E. sind: Gold, Silber und Platin.

Edelrost, Überzug auf Kupfer und Kupferlegierungen, $\rightarrow$ Patina.

Edelstahl, legierter $\rightarrow$ Stahl.

Edelsteine, Mineralien, die sich durch schöne Farbe, starke Dispersion ($\rightarrow$ Feuer) oder Härte auszeichnen und in der verlangten Qualität selten sind. Man unterscheidet dem Wert nach E., **Halb-E.** und **Schmucksteine**. Die wertvollsten E. sind: Diamant, Rubin, Saphir, Smaragd. Zu den E. gehören ferner: der edle Spinell, Chrysoberyll einschl. des Alexandrits, Turmalin, Topas, Opal, Amethyst, Aquamarin, Zirkon, Türkis; die meisten werden jedoch



Edelsteine (Schliffformen): 1 Spitzstein; t Tafel, k Kalette; 2 Dickstein; o Ober- und u Unterteil, tt Tafel, rr Rundsteine, kk Kalette; 3-5 Brillantschliff: 3 von der Seite, 4 von oben, 5 von unten.

mit den Granaten, dem Citrin, Carneol, Chrysopras, den Achaten, Lasurstein, Jadeit und Nephrit zu den Halbedelsteinen gezählt. Den E. werden meist mit Karborund ebene Flächen (*Facetten*) angeschliffen, deren größte, die *Tafel*, die Schauseite des E. ist; trübe E. erhalten häufig gewölbte (mugelige) Flächen. Diamanten müssen mit Diamantpulver geschliffen werden; die häufigste Schliffform ist der achteckige *Brillant*. Die bedeutendsten Diamantschleifereien sind in den Niederlanden und in Belgien; Zentrum der dt. E.-Schleiferei ist Idar-Oberstein.

Rubine, Saphire, Spinelle, in geringerem Maße auch andere E., werden als *synthetische E.* fabrikmäßig erzeugt und sind zunehmend schwerer von den natürlichen zu unterscheiden. Die synthetischen farblosen Saphire und roten Rubine finden als Lagersteine in der Uhren- und Zähler-Industrie Verwendung.

Der Diamant wird durch Bleiglas, *Straß*, auch mit Metallfolien unterlegt, imitiert (*Simulidiamanten*); der Smaragd durch Dubletten nachgeahmt.

Edison, Thomas Alva, amerikan. Erfinder. * 1847, † 1931, wurde mit 17 Jahren Telegraphist und arbeitete dauernd an der Verbesserung des Telegraphen. 1876 erfand er das Kohlenkörnermikrophon und machte dadurch den Fernsprecher für größere Entfernungen verwendbar, 1877 die Sprechmaschine (Phonograph). E. konstruierte 1879 eine brauchbare Glühbirne mit Kohlefasern und verbesserte 1904 den Nickel-Eisen-Akkumulator. Durch die Entdeckung des *Edison-Effekts* (Stromübergang vom Glühdraht auf eine in die Glühlampe eingeführte positiv geladene Metallplatte) schuf er eine Voraussetzung für die Elektronenröhre (TAFEL Naturforscher und Erfinder).

Effekt, → Leistung.

effektive Arbeit, *effektive Leistung*, bei Kraftmaschinen die an der Welle zur Verfügung stehende Arbeit oder Leistung. Sie ist um die Reibungsarbeit kleiner als die *indizierte Arbeit*.

effektive Temperatur, die aus der Gesamtstrahlung eines Sterns auf Grund des Stefan-Boltzmannschen Strahlungsgesetzes berechnete Oberflächen-temperatur.

effektive Wellenlänge, kennzeichnet den Farbbereich in dem die Helligkeit eines Sterns gemessen wird. Bei einer gegebenen Meßanordnung hängt sie von der Farbe des Sterns ab.

Effektivwert, eine in der Wechselstromtechnik wichtige Größe. Der E. ist der quadratische Mittel-

wert einer Wechselgröße also, $I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$,

wobei i der Augenblickswert des Stromes, t die Zeit und T die Periodendauer ist. Ein Wechselstrom mit dem E. I A ruft in einem Ohmschen Widerstand dieselbe Wärmewirkung wie ein Gleichstrom gleicher Größe hervor. Alle in der Elektrotechnik vorkommenden Wechselgrößen werden nach E. benannt. Bei sinusförmigem Verlauf der Wechselgröße ist der E. des Stromes $I = i/\sqrt{2}$ und der Spannung $U = u/\sqrt{2}$. Hierin sind i und u die Scheitelwerte des Wechselstromes und der Wechselspannung.

Effektkohlen, mit Metallsalzen präparierte Elektrodenkohlen für → Bogenlampen. Sie ergeben eine größere Lichtausbeute, oft auch zusammen mit einem Farbeneffekt, da nicht nur das Temperaturleuchten, sondern auch das Leuchten der Metall-dämpfe ausgenutzt wird. Verwendet werden: Magnesiumfluorid, Fluoride seltener Erden, Kalziumfluorid u. a.

Effusion, Lavaausfluß aus Vulkanen, im Gegensatz zur Tufferuption.

egalisieren, Farbstoffe gleichmäßig auf das textile Fasergut aufziehen, begünstigt durch farbstoff-zurückhaltende Produkte (*Egalisierungsmittel*).

Edge, 1) landwirtschaftl. Gerät zum flachen Lokern, Krümeln und Einbeinen des Bodens, zum Einbringen von Kunstdünger und Saat und zur Unkrautvernichtung durch am Rahmen ein- oder beiderseitig befestigte Zinken, Messer oder Schaber. Der Tiefgang und damit die Verwendung als *Saat-*

oder *Acker-E.* wird durch die Zinkenbelastung bestimmt. Neben *starken*, *Gelenk-*, *Glieder-*, *Netz-*, *Messer-* und *Verteiler-E.* finden *Walzenkrümel-E.* mit versetzt auf drehbaren Achsen befestigten spitzen Sternen Verwendung. Die *Scheiben-E.*, die auch zum flachen Schälern gebraucht wird, wirkt durch glatte oder spatenförmig gezahnte Hohl-scheiben (*Spaten-E.*).

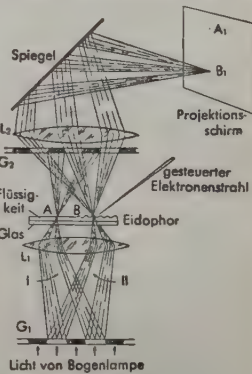
2) **WEBEREI**: Gewebekante, Sefkante, Tuch- oder Salfete, Webrand.

Egoutteur, *Vorpreßwalze*, eine auf der Siebpartie der Papiermaschine befindliche, mit einem feinen Sieb überzogene hohle Walze zum groben Auspressen der Papierstoffbahn. Der E. wird auch zum Einpressen von Wasserzeichen benutzt; dazu werden die Zeichen auf das Sieb aufgelötet.

egrenieren, Baumwolle entkernen.

eichen, *eichen*, im weiteren Sinne jede Art von Auswertung, z. B. Sternzeichnung, die Auszählung von Sternen auf einem bestimmten Flächenraum des Himmels. E. im engeren Sinn ist die Prüfung (Abgleichung) der im öffentl. Verkehr verwendeten Maße und Meßgeräte durch die Eichbehörde.

Eidophorverfahren, ein Projektionsverfahren zur Wiedergabe von Fernsehbildern auf großen Bildschirmen (z. B. Kinoleinwand). Beim E. wird die Helligkeitsverteilung des Bildes durch Elektronenstrahl in Form eines Ladungsrastrers auf die Oberfläche einer zähen Flüssigkeit, des *Eidophors*, aufgetragen. Durch die gemäß der Bildhelligkeit von Punkt zu Punkt unterschiedl. Ladung wird die Oberfläche des Eidophors unterschiedl. stark wellenförmig deformiert und damit seine Lichtbrechung beeinflusst. Der Eidophor befindet sich zwischen zwei Balkengittern G_1 und G_2 (BILD), von denen mittels der Linse L_1 die Zwischenräume des einen (G_1) auf die Balken des anderen (G_2) abgebildet werden, so daß kein Licht durch das System hindurchtreten kann, wenn die Eidophoroberfläche glatt ist (Strahlengang I durch Punkt A). Die Stellen des Eidophors, die eine Ladung tragen und daher gewellt sind (z. B. Punkt B) lassen Licht zwischen den Balken von G_1 hindurchtreten (Strahlengang II) und werden durch die Linse L_2 auf dem Projektionsschirm (im Punkt B_1) abgebildet. Der dem Punkt A entsprechende Punkt A_1 bleibt dunkel. So entsteht auf dem Projektionsschirm ein dem Ladungsbild auf dem Eidophor entsprechendes Lichtbild.



Eier enthalten im Eiklar (Eiweiß) Albumine, Globuline, Ovomukoid, im Eigelb neben Eiweißstoffen Öl, Phosphatide (Lecithin), Cholesterin, Salze, Farbstoffe (Karotin, Lutein). Frischhaltung durch Kälte (Kühlhaus), Konservierung durch Einlegen in Wasser Glas, Kalkmilch oder durch Wachüberzug. *Trockenei* gewinnt man durch → Dehydrierung. *E.-Prüfer*, Geräte zum Durchleuchten der E. mit sichtbarem oder unsichtbarem Licht, sondern durch direkte Beobachtung oder Absorptionsmessung gute von schlechten E.

Eigenbewegung, die sehr geringe Ortsveränderung der Fixsterne an der Sphäre. Die größte E. hat mit 10'' pro Jahr der Barnardsche „Pfeilstern“.

Eigenschwingung, die freie Schwingung eines abgeschlossenen, räumlich ausgedehnten Systems, bei der alle Zustandsgrößen in allen Raumpunkten

synchron schwingen. In einem schwingungsfähigen Gebilde werden durch äußeren Anstoß im allgemeinen mehrere E. gleichzeitig angeregt; die resultierende Schwingung setzt sich aus diesen E. zusammen. Bei schwach gedämpften Systemen ist die Frequenz einer E., die *Eigenfrequenz*, gleich einer der möglichen Resonanzfrequenzen ($\rightarrow$ Resonanz), bei denen eine äußere periodische Anregung im System maximale Amplituden erzwingt. E. weist jede Maschine, jedes Bauwerk auf; sie können bei Resonanz so stark anwachsen, daß der betr. Konstrukteur zu Bruch geht (Wellenbruch bei Motoren, Brückeneinsturz durch Marschtritt u. a.).

Eigenwerte einer Differential- oder Integralgleichung, bestimmte Zahlenwerte der Konstanten oder Parameter, die in der Gleichung vorkommen und für die allein die Gleichung lösbar ist. Zu den E. gehören die *Eigenfunktionen*, die entweder Lösungen der betr. Gleichung sind oder zur Ermittlung der Lösungen durch eine Reihenentwicklung dienen können.

Die E. einer Matrix sind die in der Diagonale stehenden Matrixelemente, wenn die Matrix auf Diagonalgestalt transformiert ist. Die Verallgemeinerung auf Matrizen mit unendlich vielen Zeilen und Spalten bietet einen Zugang zu den $\rightarrow$ Integralgleichungen.

Eikonometer, Ikonometer, Gerät zum Messen der wahren Größe eines entfernten Gegenstandes aus der Bildgröße und der Brennweite der abbildenden Optik; in Photographie und Kinematographie dient das E. auch zur Bestimmung der für eine gewünschte Bildgröße geeigneten Objektivenbrennweite bei gegebener Objektgröße und -entfernung.

Einband, Einbanddecke, Rücken und Decke eines Buches. Man unterscheidet *Kartonage-* oder *Pappband*, *Leinwand*, *Lederband*. Tragen nur Rücken und Ecken Leinen- oder Lederüberzug, spricht man von *Halbleinen* oder *Halbleder* (*Halbfanz-*) *Bänden*.

einbrennen, krabben, Garne und Gewebe aus Wolle mit heißem Wasser behandeln, um sie gegen die nachfolgenden Verarbeitungsprozesse unempfindlicher zu machen.

Einbruch-Sicherung, 1) mechanische E., einfacher Schlüsselbart mit einem anschraubbaren Schaft, bei dessen Lössschrauben aus dem Bart 2 seitliche Krallen heraustreten, die ihn im Schloß festhalten und das Schlüsselloch unbenutzbar machen. **2)** elektrische E. sind $\rightarrow$ Alarmvorrichtungen.

Eindampfapparat, Vorrichtung zum Eindampfen (Abdampfen) von Flüssigkeiten; heute werden statt der früher üblichen großen Pfannen nur noch geschlossene, unter vermindertem Druck (Vakuum) arbeitende Geräte verwendet.

Einfangprozesse, Atomkernumwandlungen, bei denen ein von einem Partikel getroffener Atomkern dieses „einfängt“ und sich in einen Kern von höherem Atomgewicht verwandelt. Der so gebildete Atomkern kann weiterhin durch Emission von Elektronen oder Positronen oder auch durch den Einfang eines Hüllenelektrons (*K-, L-Einfang*) seinen Ladungszustand ändern.

Einflußlinien, BAUSTATIK: graphische Darstellungen des Zusammenhangs zwischen statischem Schnittwert und Laststellung.

Einfriertemperatur, ein Temperaturbereich, in dem die kettenförmigen Makromoleküle von amorphen Körpern, bes. auch von Kunststoffen, ihre freie Beweglichkeit verlieren. Durch Weichmachung läßt sich die E. erniedrigen.

Eingefäßschaltung, eine Stromrichterschaltung unter Verwendung von nur einem, meist mehranodigen Stromrichter, z. B. angewandt bei der ruhenden $\rightarrow$ Leonardschaltung.

einhängen, Buchbinderrei: Zusammenfügen von Buchblock und Einbanddecke. Die *Einhängemaschine* hängt den Buchblock ein und klebt gleichzeitig die äußeren Vorsatzblätter an die inneren Deckseiten.

Einheitskreis, Kreis vom Radius 1.

Einheitswurzel, eine Wurzel aus der Zahl 1. E. sind ein wichtiges Hilfsmittel der Zahlentheorie und der Theorie algebraischer Gleichungen.

einhüllende Kurve, Enveloppe, eine Kurve, die

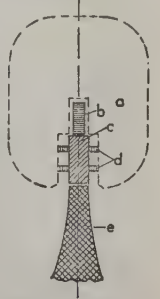
eine gegebene Kurvenschar so einhüllt, daß sie jede Kurve der Schar mindestens einmal berührt und andererseits in jedem Punkt die e. K. von mindestens einer Kurve der Schar berührt wird. – Im Raume gibt es *einhüllende Flächen* gewisser Flächenscharen.

Einkristall, einzelner Kristall im Gegensatz zum Kristallaggregat.

Einminutenkamera, Polaroid-Land-Kamera, ein Photoapparat, der durch Verwendung eines bes. Aufnahmемaterials etwa eine Minute nach der Aufnahme das Negativ und eine Papierkopie (auch farbig) liefert.

Einphasenstrom, einphas. Wechselstrom, $\rightarrow$ Drehstrom.

Eischienebahn, Eisenbahn mit nur einer Fahrchiene. Entweder hängen die Fahrzeuge unter der Chiene an Laufwerken auf der Chiene, oder die Schienen liegen unterhalb. Dann muß zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts entweder ein Stabilisierungskreisel eingebaut werden, wie bei den Scherlchen Schnellverkehrsplänen (1907), oder die Fahrzeuge reiten auf der Chiene, so daß der Schwerpunkt wenig unter der Schienenoberkante liegt, wie bei der *Alwegbahn*. Bedeutung erlangten bisher nur die *Schwebebahnen*.



Eischienebahn: Schema der Alweg-Bahn; a Fahrzeug, b Tragräder, c Balken, d Horizontalräder, e Pfeiler.

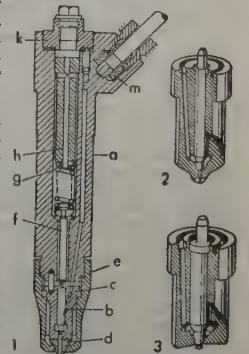
Einschlag, Eintrag, Einschuß, Schuß, WEBEREI: die *Einschlag-* oder *Schußfäden*, die mit dem Schützen (Schiffchen) in das durch die Kettfäden gebildete Webfach eingetragen werden.

Einschlüsse, MINERALOGIE: gasförmige, flüssige oder feste Substanzen, die während des Mineralwachstums eingeschlossen werden. Die gasförmigen und flüssigen E. sind nicht selten in schleierförmigen Scharen angeordnet (*Fahnen*). *Libellen* sind Flüssigkeits-E., die Gasbläschen enthalten. Organische E. (Insekten u. a.) kommen häufig in Bernstein vor.

Einschlußverbindungen, Inklusionsverbindungen, Clathrate, großmolekulare chem. Verbindungen, die kleinere Moleküle in die Zwischenräume ihrer Molekülgitter aufnehmen können. Die aufgenommenen Bestandteile können z. B. durch Lösen wieder entfernt werden.

Einsprenglinge, die größeren, frühzeitig ausgeschiedenen Kristalle porphyrischer Gesteine.

Einspritzdüse, eine Düse, durch die der Kraftstoff in den Verbrennungsraum von Verbrennungskraftmaschinen, bes. von Dieselmotoren, eingespritzt wird. Bei *offenen Düsen* steht der Kraftstoff an der Düsenmündung dauernd ohne Zwischenschaltung eines Ventils mit dem Innern des Zylinders in Berührung; bei *geschlossenen Düsen* wird die Kraftstoffleitung nach Beendigung des Einspritzvorganges in der Nähe der Düsenmündung durch eine



Einspritzdüse: 1 Einspritzdüse einer großen Dieselmachine (MAN); a Ventileinsatz, b Düsenmündung, c Nadel, d Düse, e Düsenmutter, f Druckstift, g Druckfeder, h Druckschraube, k Verschlußmutter mit Verschlußschraube, m Brennstoffzufuhr. 2 Lochdüse (Bosch). 3 Zapfendüse (Bosch).

Nadel abgeschlossen, die bei Beginn der Förderung durch den Druck der Einspritzpumpe angehoben wird. Es gibt *Zapfendüsen* und *Drosselzapfendüsen* mit ringförmigem Spritzquerschnitt; *Dralldüsen* mit rotierendem Zufluß zum Loch; *Mehrstrahldüsen* mit mehreren Löchern.

Einstein, Albert, Physiker, * 1879, † 1955, war 1909–1914 Prof. in Zürich und Prag und 1914 bis 1933 Leiter des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Physik in Berlin, emigrierte nach Amerika, zuletzt tätig am Institute of Advanced Study in Princeton. E. stellte 1905 die spezielle, 1916 die allgemeine → Relativitätstheorie auf, die gleichzeitig eine neue Theorie der Massenanziehung enthält. E.s Relativitätstheorie hat die neuzeitl. Physik aufs stärkste beeinflusst. Die zweite große Leistung E.s liegt auf dem Gebiete der Quantentheorie. Seine Verallgemeinerung der Planckschen Gedanken ist eine der Grundlagen der modernen Atomphysik geworden. 1921 Nobelpreis. (TAFEL Naturforscher und Erfinder)

BARNETT: E. und das Universum (1950); C. SEELIG: A. E. (2. Aufl. o. J.).

Einstein-de Haas-Effekt: Ein an einem dünnen Quarzfaden aufgehängtes Eisenstäbchen wird in einem in Achsenrichtung wirkenden magnetischen Wechselfeld zu mechanischen Schwingungen ange-regt (EINSTEIN, DE HAAS, 1916).

Einsteinium, Es, künstlich hergestelltes radioaktives chem. Element (→ Transurane); Ordnungszahl 99, bisher bekannte Massenzahlen 246 bis 256.

Einzugsgebiet, das Entwässerungsgebiet eines Flusses mit allen seinen Nebenflüssen. Das *hydrographische*, d. h. durch die oberird. Wasserscheiden begrenzte, und das *hydrologische*, d. h. durch die unterird. Ausdehnung der wasserspeichernden Gesteine bestimmte E. stimmen häufig nicht überein.

Eis, kristallin erstarrtes, gefrorenes Wasser, spez. Gewicht 0,916, schwimmt auf Wasser. E. hat einen um $\frac{1}{11}$ größeren Voluminhalt als die gleiche Gewichtsmenge Wasser, sprengt daher Boden- und Felsspalten und unterstützt die → Erosion. In strömendem Wasser entsteht zunächst *Rand- und Grund-E.*, das dann aufschwimmt. Die geschlossene E.-Decke eines Gewässers kennzeichnet seinen *E.-Stand*; bricht sie, so gibt es *E.-Gang mit Treib-E.*

E.-Berge sind im Meer schwimmende große Eismassen, die durch Abbrechen der ins Meer vorgeschobenen Gletscherenden oder des Inlandeises oder durch Auftürmen von Pack-E. entstehen. Sie bilden eine ernste Gefahr für die Schifffahrt, zumal nur rund $\frac{1}{10}$ ihrer Höhe über die Meeresoberfläche aufragt.

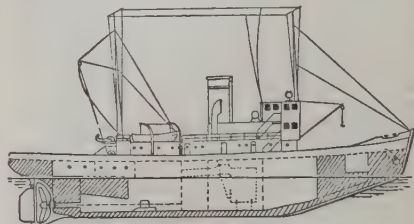
Die *E.-Abwehr* umfaßt alle Maßnahmen des Wasserbaus zur Verhinderung von Schäden durch treibende oder aufgestaute E.-Schollen. Bei Brücken werden *E.-Brecher* als keilförmige Vorbauten im Oberwasser der Pfeiler errichtet. Das sich auf den E.-Brechern hochschiebende E. zerbricht und die Schollen treiben durch die Brückenöffnungen ab. Bei Triebwasserfassungen von Wasserkraftwerken wird das E. durch Schwimmbalken und Tauchwand, an Rechen durch elektr. Beheizung abgewehrt. In langsam fließenden oder stehenden Gewässern kann die Bildung einer Eisdecke mit dem → Luftsprudelverfahren verhindert werden. Ein *E.-Stoß* entsteht durch das Übereinanderschieben von E.-Schollen in engen Flußkrümmungen oder vor sonstigen Hindernissen. Er wird durch → Eisbrecher oder durch Sprengungen beseitigt.

In der Atmosphäre ist E. meist kristallin (Plättchen, Skelette, Nadeln, Prismen, auch Graupeln, Hagel), auch amorph als E.-Körnchen, abgelagert als Reif (Rauhreif). Viele Wolkenformen bestehen ganz oder teilweise aus E.-Kristallen, die sich aus dem Wasserdampf nicht unmittelbar durch Sublimation (*E.-Keim*), sondern durch Gefrieren über ein flüssiges Stadium bilden. Da der Sättigungsdampfdruck über E. niedriger ist als über Wasser, so wachsen in Mischwolken die E.-Teilchen auf Kosten der Wasserteilchen.

Kunst-E. wird mit Kältemaschinen fabrikmäßig hergestellt, und zwar in Platten an gekühlten Wän-

den, als *Zellen-E.* in Blöcken von meist 25 kg oder als *kleinstückiges E.* (Scherben, Würfel) in Hochleistungsmaschinen. Das durchsichtige *Kristall-E.* wird aus entsalztem Wasser, *Klar-E.* aus mechan. von Luft befreitem Wasser erzeugt; *Trüb-E.* ist undurchsichtig. Der Zelleneisergezeuger ist ein mit kalter Sole gefüllter Behälter (*E.-Generator*), in dem reihenweise in Rahmen E.-Zellen hängen und sich langsam vom einen Ende des Behälters zum andern bewegen. Kunst-E. dient vorwiegend zur Kühlung von Lebensmitteln während des Transports.

Eisbrecher, 1) kräftige Schiffstypen zum Offenhalten oder Aufbrechen der Fahrrinne bei Vereisung. Antrieb durch Dampfmaschinen oder diesel-elekt. Man unterscheidet nach dem Einsatzgebiet *Fluß-, Hafen- und Hochsee-E.* Der Vorsteven ist

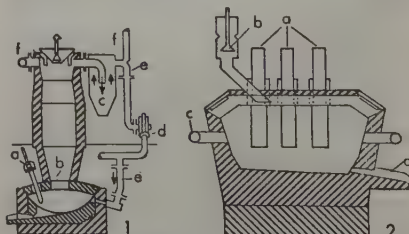


Eisbrecher

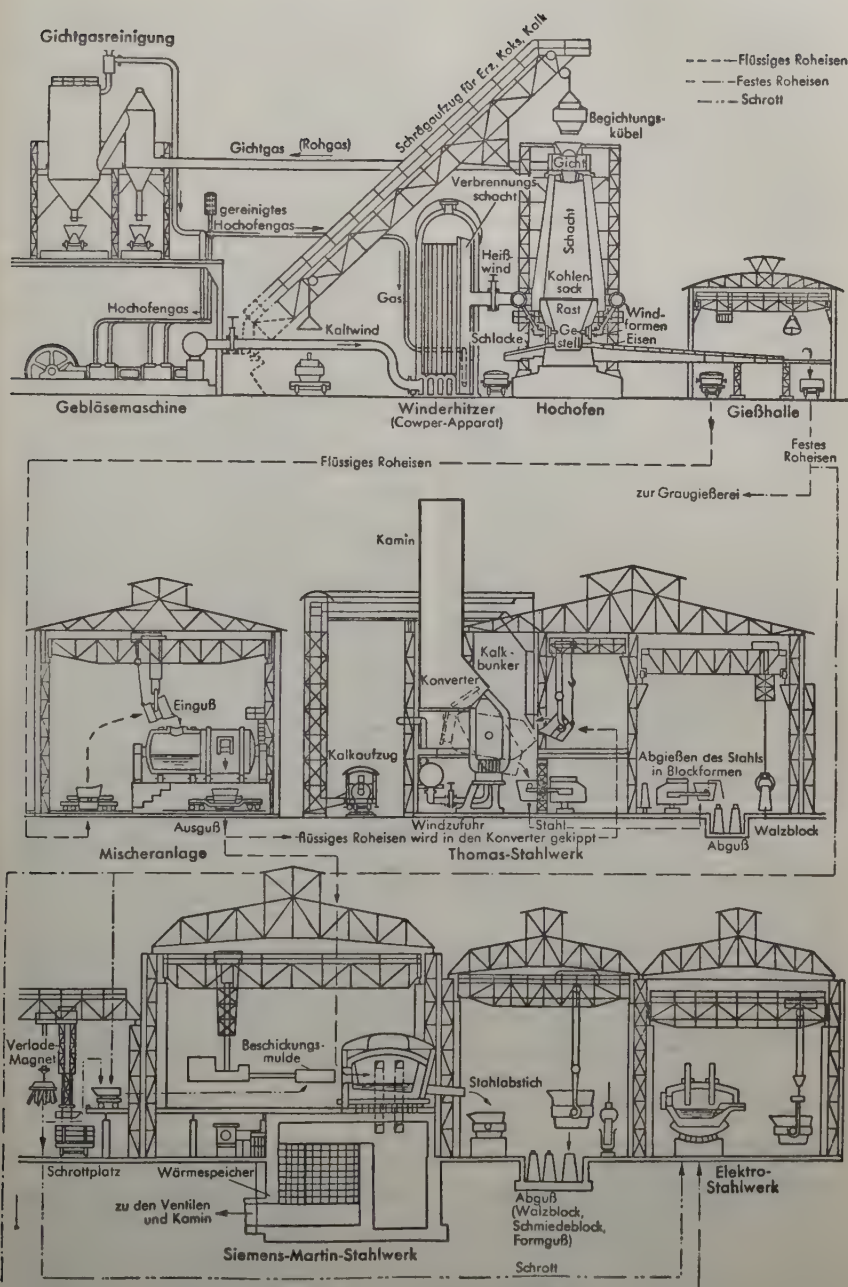
hochgezogen, so daß der E. sich aufs Eis hinaufschiebt und es durch sein Gewicht eindrückt, oder er ist so geformt, daß der E. die Eiskruste hebt und dadurch bricht. Jetzt werden E. auch mit Unwuch-anlagen ausgerüstet, die Stampfbewegungen ziemlich hoher Frequenz erzeugen, wodurch die Brechleistung so verbessert wird, daß der E. langsam aber stetig durchs Eis fährt.

2) → Eis, Eisabwehr.

Eisen, Fe, wichtigstes Schwermetall; Ordnungszahl 26, Massenzahlen 56, 54, 57, 58, Atomgewicht 55,847; Schmelzpunkt 1528°C, Siedepunkt 2730°C, Dichte 7,86 g/cm³. Reines E. ist bläulichweiß, polierbar, verhältnismäßig weich (4,5 Mohssche Skala), sehr dehnbar. Zugfestigkeit 20 bis 25 kp/mm², Dehnung 40 bis 50 %. Unter 768°C magnetisierbar. Reines E. hat hohe magnetische Remanenz (→ Hysteresis), aber sehr kleine Koerzitivkraft. Kohlenstoffhaltiges Eisen und besonders gehärteter Stahl haben eine große Koerzitivkraft. In feuchter Luft bildet E. an der Oberfläche Rost. Die Erdrinde enthält etwa 4,2 % E., der Erdkern wahrscheinlich viel mehr. Gedenie findet es sich selten, z. B. in Meteoriten und als Einsprengelungen in Basalten. Natürliche oder durch Rosten anderer Erze erhaltene E.-Oxyde sind Ausgangsstoffe der E.-Erzeugung, gemahlen dienen sie (wie auch künstl.) der Farberstellung (Berliner Rot, Eisenrot, Englischrot, Eisenmennige). *Ferrosulfat*, *E.-Vitriol*, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, erhältlich durch Auflösen von E. in Schwefelsäure, dient zum Schwarzfärben, zur Herstellung von Tinte, in der Photo-



Eisen: 1 Elektrohochofen; a Elektrode, b Rast, c Staub-sack, d Gebläse, e Umlaufgas, f Gichtgas; 2 Siemens-Elektro-Niederschachtofen: a Elektroden (kreisförmig angeordnet), b Begichtung, c Ringleitung zum Abziehen der Ofengase, d Abstich.



Eisen: Schema der Verhüttung

graphie; *Ferrisulfat*, *E.-Oxidsulfat*, $Fe_2(SO_4)_3$, aus Ferrosulfat durch Verwitterung oder künstl. Oxydation erhältlich, dient zum Aufschließen von Kupfererzen. *E.-Chlorid*, $FeCl_3$, zerfließt an der Luft zu einer öligen Flüssigkeit (*E.-Öl*), dient als Blutstillungsmittel. *Jod-E.-Sirup*, eine Mischung von *E.-(II)-jodid*, FeJ_2 , und Zuckersirup sowie *E.-Zucker*, *E.-Saccharat* finden in der Medizin Verwendung (gegen Blutarmut). *E.-Karbid*, Fe_3C , tritt als Bestandteil im Stahl und Gußeisen auf. *E.-Pentakarbonyl*, $Fe(CO)_5$, entsteht bei 150–200°C unter 100 atü bei Einwirkung von Kohlenoxyd auf *E.* Es dient zur Herstellung von reinem *E.*, in dem es bei 250°C zersetzt wird, sowie einer *E.-Oxydfarbe*, ferner als Antiklopfmittel.

VERHÜTTUNG. Die techn. Gewinnung des *E.* geht von den Erzen aus, die vor ihrer Verhüttung aufbereitet, d. h. gebrochen, klassiert (Sieben, Flotation, magnet. Trennung) und ggf. geröstet oder gesintert werden. Die Erzeugung beruht durchweg auf der Reduktion der Erze mit Holzkohle, Koks (seit Mitte des 18. Jahrh., heute vorherrschend) und Kohlenoxyd. Die direkte Reduktion mit festem Kohlenstoff beginnt bei 750°C, die indirekte Reduktion mit Kohlenoxyd (CO) bei 400°C, wesentlich bei 700°C, so daß ein Schmelzfluß des Erzes und *E.* nicht unbedingt erforderlich ist (*Rennfeuer*, *Stückofen*). Beide Arten der Reduktion treten in den Verfahren nebeneinander auf. Am wichtigsten ist die Herstellung von flüssigem Roh-*E.* im *Hochofen*, einem Schachtofen bis zu 30 m Höhe. Er ist mit feuerfesten Schamottesteinen ausgemauert; das Gestell, in dem sich das flüssige Roh-*E.* und die Schlacke ansammeln, wird meist aus Kohlenstoffsteinen hergestellt. Ein Blechmantel umgibt den Hochofen. Die Einfüllöffnung, die *Gicht*, besitzt einen Doppelverschluß durch zwei senk- und hebbare Glocken. An der *Gicht* sind große Abzugsleitungen für das Hochofengas (*Gichtgas*) angeordnet. Begiebt wird der Hochofen mit einem Förderband statt mit Wagen oder Kübeln. Außer *Erz* und *Koks* erhält der Hochofen Zuschläge, hauptsächlich Kalkstein, der die kieselige Gangart im *Erz* und die Koksasche (rund 10 % vom *Koks*) niedrig schmelzend macht. Durch die heißen Ofengase wird im oberen Schachtteil die Feuchtigkeit des Erzes, darauf in der tieferen Zone das Kohlendioxid (CO_2) des Kalksteines und der karbonat. Erze ausgetrieben. Im weiteren Durchgang durch den Schachtteil wird das *Erz* oberhalb 700°C durch den CO -Gehalt des Ofengases zu *FeO* und zu *E.* reduziert. Das *E.* nimmt 3–4 % Kohlenstoff auf, wodurch sich seine Schmelztemperatur wesentlich erniedrigt. Die Masse gelangt in die Rast, in der sie bei 1000–1500°C durch den glühenden Kohlenstoff völlig reduziert und verflüssigt wird.

Der *Wind* wird im oberen Teil des Gestells durch wassergekühlte Düsen (*Windformen*) in den Ofen eingeführt; der gesamte Sauerstoff des Windes wird sofort vor den *Windformen* zur Bildung von CO_2 verbraucht unter Erzeugung von Temperaturen von fast 2000°C, CO_2 aber bald darauf durch den Überschuß an *Koks* zu CO zerlegt, so daß in der Rast

das Ofengas aus rund 40 % CO , 2 % H_2 und Rest N_2 besteht. Das Ofengas steigt in den Schacht hoch, wo durch die indirekte Reduktion der CO -Gehalt wieder herabgesetzt wird bis auf rund 30 % CO im *Gichtgas*, das daneben rund 10 % CO_2 , 2,5 % H_2 und Rest N_2 enthält. Im Gestell scheidet sich die spezifisch leichtere Schlacke auf dem Roh-*E.-Bad* ab. Mit der *Lürmannschen Schlackenform*, die ebenfalls eine wassergekühlte Düse ist, wird die Schlacke ständig abgelassen (*Laufschlacke*). Das Roh-*E.* wird in Zeitabständen von 3 bis 6 Stunden durch Öffnen des *E.-Stiches* bei einer Temperatur von 1250 bis 1450°C abgestochen und fließt in ein Masselbett oder in eine fahrbare Pfanne. Die barrenförmigen Roh-*E.-Masseln* werden in den *E.-Gießereien* im Kupolofen umgeschmolzen (*Guß-E.*). Das Roh-*E.* enthält außer Kohlenstoff noch Mangan, Silizium, Phosphor und Schwefel, → *Stahl*. — Die Hochofenschlacke enthält rund 2 % Schwermetalloxide (FeO und MnO) und besteht aus Kalk-Tonerde-Silikaten; sie findet für Baustoffe, Straßenschotter, Hüttenzement, Schlackenwolle und Düngemittel Verwendung.

Der *Wind* ist Druckluft von 2 bis 3 atü und wird von Kolben- oder Turbogebäsen geliefert. Bevor er in den Ofen eintritt, wird er in den *Wind-erhitzern* oder *Cowpers* (Erfindername) erwärmt (bis auf 1000°C). Diese bestehen aus einem schmalen Verbrennungsschacht und einem mit Hohlsteinen ausgefüllten Gitterwerksraum; sie werden abwechselnd während einer Periode mit *Gichtgas* beheizt und heizen den *Wind* in der andern Periode.

Erzeugung des Hochofens an Roh-*E.* bis 2000 t täglich, Öfen für 3000–4000 t sind geplant. *Koks*-verbrauch etwa 650 kg/t Roh-*E.*, weitere Senkung ist möglich durch Einblasen von Naturgas, *Koks*-ofengas oder Öl. *Windverbrauch* 3500–4000 Nm^3/t *Koks*, *Gichtgas* rund 4000 Nm^3/t *Koks*, Schlacke 400–1000 kg/t Roh-*E.*

Im Elektro-, Hoch- oder Niederschachtofen wird die für die Temperatursteigerung erforderl. *Koks*-menge, der Heizkoks, durch elektr. Strom ersetzt. — Zur Verhüttung von eisernen und kieselensäure-reichen Erzen ist das *Krupp-Renn-Verfahren* entwickelt worden. Ein Gemisch aus Kohle und *Erz* wird in einem Drehrohrföfen durch eine Flamme erhitzt; es entsteht eine schlackenhaltige Luppe, die mit Wasser abgekühlt, gemahlen, magnetisch aufbereitet und im Hochofen umgeschmolzen wird. Die Herstellung von *Elektrolyt-E.* (99,9 % *Fe*) beruht auf der Elektrolyse von wässrigen Lösungen aus Eisenchlorid oder Eisensulfat. Es wird hauptsächlich für feine elektr. Apparate verwendet.

Bei einem Kohlenstoffgehalt von mehr als 1,5 % verliert das *E.* seine Schmiedbarkeit (Unterschied von → *Stahl* und Roh-*E.*). *Graues Roh-E.*, ein im Bruch grau aussehendes Roh-*E.*, enthält den Kohlenstoff zum größten Teil als Graphit und dient zur Erschmelzung von *Grauguß*, der eine verhältnismäßig geringe Sprödigkeit besitzt. *Weißes Roh-E.*, ein Roh-*E.* mit metallisch hellem Bruch, enthält den Kohlenstoff ganz oder zum größten Teil in Form von im *E.* gelöstem *E.-Karbid*. Es ist hart und

DIE WICHTIGSTEN EISENERZE

Erz	Grundbestandteil	% Eisen	Fundstätten
Magnetitstein (Magnetit) (in den Vorkommen)	Fe_3O_4	72,4 (55–70)	Nord- und Mittelschweden, Norwegen, Sowjetunion (Ural)
Roteisenstein (Hämatit, Blutstein, Eisenglanz) (in den Vorkommen)	Fe_2O_3	70 (25–45)	Sieg-, Lahn-Dill-Gebiet, Nordspanien, Neufundland, Nordafrika, Insel Elba, Cumberland und Lancashire (England), Nordamerika (Oberer See) und Sowjetunion (Krivoy-Rog, Ukraine).
Brauneisenstein (Limonit)	$2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ bis $Fe_2O_3 \cdot H_2O$	bis 60	Spanien, Lothringen-Luxemburg (Minette), Lahn-Dill-Gebiet, Salzgitter Höhenzug, Schwäbische Alb, Oberschlesien, Nordamerika (Oberer See).
Spateisenstein (Siderit) (in den Vorkommen)	$FeCO_3$	48,3 (30–40)	Siegerland, Steiermark, Kärnten, Ungarn, Nordspanien.

spröde und dient zur Herstellung von *Hartguß* und *Temperguß*. Stahlherstellung → Stahl.

Die WELTERZEUGUNG an Roheisen belief sich 1961 auf 264,3 Mio t; davon entfielen auf die Verein. Staaten 59,2 Mio t; die Sowjetunion 50,9 Mio t; die Bundesrep. Dtl. 25,4 Mio t (1954; 12,562 Mio t); Japan 15,8 Mio t; Großbritannien 15,0 Mio t; Frankreich 14,4 Mio t; Belgien-Luxemburg 10,3 Mio t.

GESCHICHTLICHES. Die ältesten Eisenfunde stammen aus dem 4. Jahrtausend v. Chr., und zwar aus Ägypten. In Babylonien wurde E. sicher um 2000 v. Chr. benutzt. Eine vollentwickelte Eisenzeit in Mittel- und Nordeuropa ist erst die Latènezeit (500 v. Chr. bis um Chr. Geb.). – Die große Entwicklung der Eisenindustrie begann erst mit der Einführung des Hochofenbetriebes mit Lürmannscher Schlackenform und mit Koks als Brennstoff nach der Mitte des 19. Jahrh., sowie mit den Fortschritten in der Stahlerzeugung durch die Bessemer-, Thomas- und Siemens-Martin-Verfahren. → Stahl, TAFEL Eisen und Stahl.

H. FÜRSTENAU: Vom Erz zum Eisen und Stahl (1961); F. TOUSSAINT: Der Weg des E. (1962).

Eisenbahn (hierzu TAFEL), schienengebundene Spurbahnen, unterschieden nach Art der Fortbewegung in *Reibungs-, Zahnrad- und Standschienenbahnen*; nach der Spurweite in *Breit-, Normal- (Regel-) und Schmalspurbahnen*; nach der Betriebsweise in *Haupt- und Nebenbahnen*. Hauptbahnen fahren mit größerer Geschwindigkeit (bis 160 km/h), deshalb flachere Bögen, geringere Steigungen, weitgehendes Signalsystem. Sicherung der Straßenübergänge durch Schranken oder Blinklichtanlagen. Schmalspurbahnen bei schwierigen Geländebedingungen und geringerem, örtlichem Verkehr. Bei sehr einfachen Verhältnissen *Kleinbahnen* (Regel- oder Schmalspur). *Werkbahnen* dienen dem Gütertransport innerhalb eines Werkes. → elektrische Bahnen.

Die *Eisenbahnzüge* werden eingeteilt in Reise-, Güter- und gemischte Züge. *Reisezüge* sind in Deutschland Personenzüge (P oder T), Nahschnellverkehrszüge (N oder NT), Eilzüge (E oder ET), Schnellzüge (D- oder DT), Fernschnellzüge (F oder FT), Trans-Europ-Expreszüge (TEE); T bedeutet Triebwagen. *Güterzüge* sind Durchgangsgüterzüge (Dg), Eilgüterzüge (z. B. für Milchbeförderung), Nahgüterzüge, Leergüterzüge. *Gemischte Züge* führen Personen- und Güterwagen.

Die Anzahl der beförderten Achsen bildet ein annäherndes Maß für die Zuglänge und das Zuggewicht, zusammengefaßt die Zugstärke. Die zulässige Achsenzahl ist in Dtl. genau vorgeschrieben. Eine allgemeine Grenze ist für Personenzüge rd. 60 Achsen = 15 vierachsige, für Güterzüge 150 Achsen = 75 zweiachsige Wagen. In Nordamerika sind viel größere Zuglängen üblich, z. B. bis 250 Achsen.

GESCHICHTLICHES. Seit dem 16. Jahrh. wurden (bes. in Bergwerken) als Schienen Holzbohlen verwendet, die seit 1630 mit Eisen beschlagen wurden. 1801 baute TREVITHICK den ersten Dampfwagen. 1825 wurde die erste E.-Strecke Stockton-Darlington erbaut und in Betrieb genommen (STEPHENSON). Erste Dampf-E. 1826 in England, erste deutsche E. 1835 (Nürnberg-Fürth). Höhepunkt des E.-Baus war in Deutschland 1870–80.

Hütte, Des Ingenieurs Taschenbuch Teil VB (1955).

Eisenbahnbau. Die *Linienführung* (Trassierung) wird durch Geländevermessung, geologische Untersuchung u. a. ermittelt. Stärkste Steigungen: Hauptbahnen 1:80, ausnahmsweise 1:40; Nebenbahnen bis 1:25; schärfste Krümmung: Hauptbahnen Krümmungsradius $r = 300$ m, Nebenbahnen $r = 180$ m, Kleinbahnen je nach Spurweite r bis 50 m. *Unterbau* heißt der eigentliche Bahnkörper, bestehend aus dem Erdkörper, Brücken und sonstigen Kunstbauten, die den Oberbau tragen. Das *Bahnplanum* ist die geebnete und zur Abführung des Tagewassers abgedachte Oberfläche des Unterbaues. Der *Oberbau* besteht aus Bettung (meist Schotter, seltener Kies), Schwellen und Schienen. Die obere Begrenzung der Bettung heißt die *Bahnkrone*.

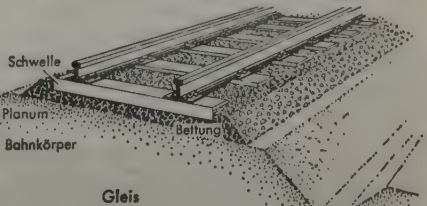
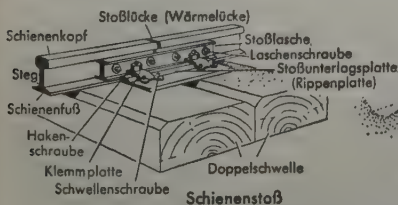
Eisenbahnschienen werden aus Thomas- oder Siemens-Martin-Stahl gewalzt und in Längen von 15 bis 30 m geliefert; Gewicht bis 65 kg/m (bei der Bundesbahn i. allg. 49 kg/m). Wegen der Schwierigkeit bei der Ausbildung und Unterhaltung des Schienenstoßes und zur Erzielung eines ruhigen Laufs der Fahrzeuge werden die Schienen zusammen geschweißt. Dabei müssen die Längenänderungen infolge Temperaturschwankungen durch besondere Maßnahmen aufgenommen werden, z. B. durch Zwischenlagen aus Pappelholz oder Gummi zwischen Schienenfuß und Schelle zur Aufnahme der Wärmespannungen durch größere Reibung. *Paßschienen* sind Schienenstücke verschiedener Länge zum Ausfüllen von Gleislücken. *Leit-, Schutz- oder Fangschienen* (*Zwangsschienen*) werden bei scharfen Krümmungen, Weichen oder Brücken dicht neben der inneren Fahrschiene verlegt, um ein Entgleisen zu verhindern. Die *Spurweite*, d. h. der Abstand der Innenkanten der beiden Schienenstränge beträgt bei *Normalspur* 1435 mm, bei *Schmalspur* 600 bis 1000 mm, bei *Breitspur* bis 1762 mm. Mit Rücksicht auf den konischen Radreifen werden die Schienen in einer Neigung 1:20 (neuerdings 1:40) nach innen verlegt. In Krümmungen wird die äußere Fahrschiene wegen der Wirkung der Zentrifugalkraft erhöht gegenüber der inneren Schiene gelegt. – Die *Schwellen* sind aus Holz (Kiefer, Buche, seltener Eiche), Stahl oder Stahlbeton (Spannbeton). Spannbetonschwellen bilden einen schweren Gleisstrang, der für die Aufnahme der dynamischen Kräfte gut geeignet ist. Die Schienen werden mit den Schwellen durch *Unterlagsplatten, Nägel oder Schrauben* verbunden (*Kleinschienen*).

Der *Gleisstrang* besteht aus den Schienen. Die Stelle, an der die Schienen zusammenstoßen (*Schienenstoß*), muß für das Befahren möglichst dicht und fest, für die Temperaturänderungen in gewissen Grenzen aber beweglich sein. Man unterscheidet den *ruhenden* oder *festen Stoß*, bei dem die Schienenenden auf zwei gekuppelten Schwellen aufliegen, und den *schwebenden Stoß*, bei dem die Schienenenden zwischen zwei Schwellen schweben. In beiden Fällen werden die Schienenenden durch Laschen verbunden.

W. MÜLLER: Eisenbahnanlagen und Fahrdynamik, Bd. 1 (1950), Bd. 2 (1953).

Eisenbahnsignale, → Signaltechnik.

Eisenbahnwagen aller Art haben drei Hauptbestandteile gemeinsam: den *Wagenkasten* oder *Wagenaufbau*, das *Untergestell* mit der Zug- und Stoß-



Eisenbahnbau

vorrichtung und mit der Bremsvorrichtung und das Laufwerk mit Radsätzen, Achslagern und Tragfedern. Der Wagenkasten besteht aus dem stählernen Kastengerippe und der Verschalung aus Holz, Stahlblech oder Leichtmetall mit innerer Kunststoffbekleidung. *Reisezugwagen* sind die Personen-, Gepäck-, Post-, Schlaf-, Speise- und Salonwagen. Reine *Abteilwagen* werden nicht mehr gebaut. Fast allgemein sind die *Durchgangswagen* eingeführt: für Personen- und Eilzüge meist mit Mitteldurchgang, für den Schnellzugsverkehr mit Seitengang und Abschlußtüren der Abteile nach dem Gang. Die Wagen werden mit Übergangsmöglichkeit zwischen den Wagen eingerichtet, meist mit geschlossenem Faltenbalg oder Gummiwülsten.

Bei Dampfbetrieb werden die Wagen mit Dampf geheizt, der aus einer isolierten Heizeitung abgezweigt wird. Schlafwagen, Salonwagen und Brennkrafttriebwagen haben eigene Warmwasserheizung aus einem mit Koks befeuerten kleinen Heizkessel. Diesellokomotiven führen meist einen kleinen ölgefeuerten Dampfkessel mit. Elektrische Heizung ist auf Strecken mit elektr. Betrieb eingerichtet. Die *Beleuchtung* der Wagen ist elektrisch. Stromquelle ist entweder eine Akkumulatorenbatterie oder eine von den Achsen angetriebene Gleichstrommaschine mit Zusatzbatterie. Unter 20–30 km/h Geschwindigkeit ist nur die Batterie eingeschaltet. Bei steigender Geschwindigkeit wird die Lichtmaschine eingeschaltet, die gleichzeitig die Batterie auflädt. Glühlampenbeleuchtung ist bei den modernen Fahrzeugen durch Leuchtrohrbeleuchtung ersetzt. – Zur *Lüftung* der Wagen dienen Fenster und Klappen über den Fenstern und Luftsauger auf dem Dach. Besonders gute Raumaussüftung ist bei *Doppelstockwagen* erreicht.

Güterwagen. Bei den zwei Hauptgruppen ist der Wagenkasten nach außen geschlossen oder offen. Zu den *offenen Wagen* gehören die *Rungwagen* mit hölzernen Rungen, senkrecht stehenden, aber herauslegbaren kräftigen Brettern; *Schienenwagen* mit eisernen Rungen sind für die Beförderung von Schienen, Walzeisen und Rohren vorgesehen. *Holzswagen* haben Drehschemel auf der Plattform und werden paarweise zur Beförderung von Langholz verwendet. Zu den *offenen Wagen* gehören auch Sonderbauarten, wie Topfwagen für Säurebeförderung, Kesselwagen für Gas und Öl, Tiefladewagen für hohe Güter, Selbstentladewagen für Erz und Brennstoffe. Die *gedeckten Wagen* haben 15 oder 20 t Ladegewicht und ein Eigengewicht von 10–11 t. Von besonderer Bauart sind die *Klappdeckelwagen*, auch *Kalkwagen* genannt, mit nach oben aufschlagenden Deckeln. Nicht ganz geschlossen, aber mit festem Dach sind die *Verschlagwagen*, mit Luftschlitzen zwischen den Schalbrettern, zur Beförderung von Kleinvieh und Geflügel. Je nach dem Beförderungsgut sind die gedeckten Wagen zu verschiedensten Sonderbauarten entwickelt worden, z. B. die gegen Wärme und Kälte isolierten *Kühlwagen* für Fleisch, Bier und andere leicht verderbliche Güter.

Eisenbeize, Lösung von salpetersaurem Eisen, in der Färberei zum Schwarzfärben verwendet.

Eisenblüte, → Aragonit.

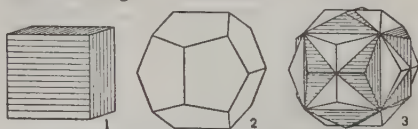
Eisengarn, **Glasgarn**, lüstriertes Baumwoll- oder Zellwollgarn, wird stark appretiert und mit Wachs oder Paraffin glatt und glänzend gebürstet.

Eisenglanz, **Hämatit**, rhomboedrisches Mineral Fe_2O_3 , in schwarzen metallisch glänzenden Kristallen, die in dünnsten Schichten dunkelrot durchscheinen, oder dunkelrot als radialstrahlige, kugelige Aggregate mit glänzender Oberfläche (*Roteisenstein*, *roter Glaskopf*) oder dicht (*Blutstein*). Wichtige Eisenerz.

Eisenholz, verschiedene Art, sehr schwere und harte Hölzer, die nur nach Dampfbehandlung mit den besten Instrumenten bearbeitet werden können und u. a. zu Maschinenwalzen, Handwerkszeugen und Drechslerwaren wie zu Messer- und Gabelgriffen verwandt werden. Die E. liefernden Bäume

stammen sämtlich aus den Tropen, z. B. *Lophira procera*.

Eisenkies, **Schwefelkies**, **Pyrit**, kubisches Mineral, FeS_2 , messinggelb, in Würfeln oder Pentagondodekaedern kristallisiert, derb bis dicht oder in kugelligen Aggregaten. E. bildet Lagerstätten oder kommt weit verbreitet in Lagerstätten anderer Sulfide oder in Sedimenten vor und dient hauptsächlich der Gewinnung von Schwefelsäure und Schwefel.



Eisenkies: 1 Würfel mit gestreiften Flächen, 2 Pyrit-oeder, 3 Kristallzwilling.

Eisenkiesel, → Quarz.

Eisenkitt, → Rostkitt.

Eisenkrebs, **Spongiose**, schwammige Zersetzung an den Graphiteinlagerungen des Gußeisens, tritt in Rohren auf und wird durch die durchgeleitete Flüssigkeit unter Mitwirkung von Erd- oder Kriechströmen hervorgerufen.

Eisenlacke, meist rostschützende Asphaltlösungen oder auch farblose Öllacke.

Eisenrahmen, ein Peilrahmen, dessen Windungen von einem Kern aus Hochfrequenz-Masseisen durchsetzt sind. Das Eisen ruft eine Konzentration des Feldes hervor, so daß man bei gleicher Empfindlichkeit mit einer wesentlich kleineren Rahmenfläche auskommt; wegen des geringeren Luftwiderstandes vorwiegend in Flugzeugen verwendet.

Eisenspat, **Siderit**, rhomboedrisches Mineral $FeCO_3$, dem Kalkspat ähnlich, meist derb, hellgelb bis braun; wichtiges Eisenerz, z. B. vom Erzberg in Steiermark.

Eisenwasserstoff-Widerstand, selbsttätiger Stromregler, der auf der diskontinuierlichen Aufnahme des elektr. Widerstandes von Eisen bei der Umwandlungstemperatur von β -Eisen in γ -Eisen bei 900°C beruht. Der E. enthält einen dünnen Eisendraht, der in einem mit Wasserstoff gefüllten Glaskolben ausgespannt ist. E. lassen bei Spannungsschwankungen von 50–150 % der Nennspannung einen nahezu konstanten Strom durch.

eiserner Hut, **BERGBAU**: der Teil einer gangförmigen Erzlagerstätte, der der atmosphärischen Verwitterung über dem Grundwasserspiegel zugänglich ist und Sulfidminerale in Oxide, Hydroxide, Sauerstoffsalze, auch gediegene Metalle (Gold, Silber, Kupfer) umwandelt. → Oxydationszone.

Eisessig, → Essigsäure.

Eisglas, **Craquelée**, entsteht durch Ansprühen von offenem Glas (meist Hohlglas) mit Wasser oder durch Eintauchen in Flüssigkeit (Wasser, Öl), wobei sich ein dichtes unregelmäßiges Netz von Sprüngen bildet; der dadurch stark gefährdete Zusammenhalt des Glaskörpers wird durch nachfolgendes kurzes Verwärmen, d. h. Anschmelzen in großer Hitze wiederhergestellt. Auch durch Anätzen fertiger Gläser mit wenig verdünnter Flußsäure entsteht eine Art von E.

Eiskeil, keilförmige, durch Bodenfrost entstandene Spalte im Boden, nach dem Abschmelzen oder Auftauen durch eingeflossene Erdmassen erfüllt.

Eiskondensator, Vorrichtung zur Kondensation von Wasser in Form von Eis, z. B. tief-



gekühlte Platten oder Rohre in Gefriertrockenkammern.

Eismaschine, 1) Gerät zur Speiseeisbereitung. **2)** eine → Kältemaschine.

Eispunkt, die Gleichgewichtstemperatur zwischen Eis und luftgesättigtem Wasser beim Druck der physikal. Normal-Atmosphäre (Schmelzpunkt des Eises): $0^{\circ}\text{C} = 0^{\circ}\text{R} = 32^{\circ}\text{F}$; 1924 in Deutschland ges. festgelegt.

Eisschrank, isolierter Behälter zum Kühlhalten von Lebensmitteln mit Eis. Mit Kältemaschinen betriebene Geräte dieser Art heißen **Kühlschrank**.

Eiszeit, → Pleistozän.

Eiweiß, Eiweißkörper, Proteine, eine Klasse makromolekularer organ. Naturstoffe, die sich aus säureamidartig miteinander verbundenen → Aminosäuren zusammensetzen; d. h. die Amino- gruppe der einen Aminosäure verbindet sich unter Austritt eines Moleküls Wasser mit der Karboxylgruppe der anderen in Form der Peptidbindung ($-\text{NH}\cdot\text{CO}-$): $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} + \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$

$= \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{CO}\cdot\text{NH}-\text{CH}-\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$, wobei R

die Reste verschiedener Aminosäuren bedeuten. Es entstehen **Peptidketten** der Form:

$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-[\text{CO}\cdot\text{NH}-\text{CH}]_n-\text{COOH}$.

Die häufig kristallisierbaren Eiweißmoleküle haben vermöge der in ihren Aminosäurebausteinen vorhandenen basischen NH_2 - und sauren COOH - (End-) Gruppen zugleich basischen und sauren Charakter; sie sind → amphoter. Die E. können entweder als gestreckte Ketten, als **Faserproteine** (Seide, Sehnen- und Bindegewebsfasern), oder als mehr oder minder kompakt gebaute, **globuläre (kugelige) Proteine** oder **Sphäroproteine** (Eieralbumin, Zein, Serumalbumin) auftreten. Sie sind nur in kolloidaler Form löslich.

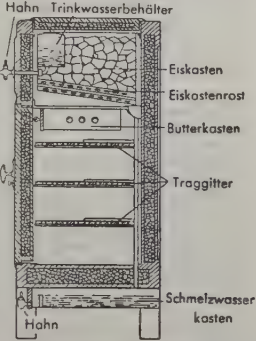
Durch Nebenvaleanzkräfte und z. T. auch durch chem. Bindungen wie durch Disulfidbrücken des → Zystins können die E.-Ketten (**Primärstruktur**) in bestimmten spezifischen Parallel-Lagen gefaltet werden, so daß der durch die Reihenfolge der Aminosäuren im Kettenaufbau bewirkten Mannigfaltigkeit eine weitere und sehr weitgehende Variationsmöglichkeit im biologischen Geschehen hinzugefügt wird (**Sekundärstruktur**). Beim Erhitzen werden die kolloid gelösten, natürlichen **genauen E. denaturiert**, indem die Faltungen verändert werden. Bei einer bestimmten Klasse von E. (α -Proteine) sind die Polypeptidketten schraubenförmig gewunden, wobei die „Schraubengänge“ durch Wasserstoffbindungen miteinander verknüpft sind (**Helixmodell** von PAULING). Bei einigen Sphäroproteinen bilden die gewendelten Ketten eine verwinkelte räumliche Struktur (**Tertiärstruktur**). – Die Molekulargewichte der E. lassen sich z. B. mit der → Ultrazentrifuge bestimmen; sie sind meist ganze Vielfache einer Grundeinheit von 16000 bis 17000. In vielen Fällen überschreiten sie die Millionengrenze. – Die E.-Moleküle werden durch → Hydrolyse oder durch Verdauungsenzyme (Proteasen) über die Stufen von einfacheren → Peptiden in die Amino-

säuren gespalten. Soweit die Eiweißkörper löslich sind, haben sie die Fähigkeit, mit Wasser zu quellen oder zu gelatinieren (→ Kolloide).

Die Bausteinanalyse der E. versucht, die Art, die Mengen und Reihenfolgen der Aminosäuren (Sequenzanalyse) sowie nach Möglichkeit auch die Sekundär- und die Tertiärstruktur aufzuklären. Bei der Sequenzanalyse werden die Aminosäuren am Kettenende systematisch abgespalten und charakterisiert, oder es werden in, überlappenden Spaltung“ größere Spaltstücke als Peptide analysiert. Als erstes E. wurde 1954 das Insulin aufgeklärt (51 Aminosäuren; SANGER, Nobelpreis 1958), weiter das Enzym Ribonuklease (124 Aminosäuren), das Hämoglobin (574 Aminosäuren in 2 gleichart. Peptidketten mit 141 und 146 Resten) u. a. Die Sekundärstruktur ist durch Röntgenanalysen zu ermitteln (PAULING, Nobelpreis 1954), die Tertiärstruktur ebenfalls, wenn auch sehr viel schwieriger; sie ist für das Hämoglobin und das Myoglobin bekannt (KENDREW u. PERUTZ, Nobelpreis 1962).

Die biologische Synthese der E. vollzieht sich in streng festgelegter und stets gleichbleibender Weise an Vorbildern von Nukleinsäureketten, die anhand der bestimmten, für jedes Lebewesen charakteristischen Reihenfolge ihrer Nukleinbasen eine ebenso bestimmte Reihenfolge in der nacheinander erfolgenden Verkettung der Aminosäuren erzwingen. Die Übersetzung der Nukleinbasen-Reihenfolge in die Aminosäuren-Reihenfolge nennt man den **genetischen Code**; er scheint für alle Lebewesen im wesentlichen derselbe zu sein. Die Energie für die E.-Synthese liefern energiereiche Phosphorverbindungen, bes. Adenosintriphosphat (ATP), der Ort der Synthese ist die Oberfläche bestimmter Zellkörperchen, der Ribosomen, an der lösliche Ribonukleinsäuren (RNS) die spezifische Auswahl unter aktivierten Zwischenprodukten treffen. So entsteht z. B. die Vielzahl der Enzyme, durch die die Art und Aufgabe einer Zelle im vielzelligen Organismus festgelegt wird. Weiteres → Molekulargenetik.

EINTEILUNG. Bei den einfachen Eiweißkörpern (**Proteinen**) müssen die eigentl. Eiweißkörper: Protamine, Histone, Prolamine, Albumine und Globuline von den Gerüsteiweißstoffen unterschieden werden. Die **Protamine** bestehen vorwiegend aus Diaminosäuren (80 % und darüber) und haben daher ausgeprägt basischen Charakter. Die **Histone** enthalten etwa 30 % Diaminosäuren und bilden mit ihrem schwächer basischen Charakter den Übergang zu den andern Eiweißkörpern. Die **Prolamine** oder **Gladine** kommen in Pflanzensamen vor (Kleber der Getreidesamen). Sie bestehen zum großen Teil aus Prolin (Pyrrolidinkarbonsäure) und lösen sich in 60–80proz. Alkohol auch in der Hitze. Es gehören hierher das E. der Gerste (**Hordein**), des Weizens (**Gladin**) und des Maiskorns (**Zein**) sowie die **Gluteline** der Getreidesamen. Getreide-E. sind nicht immer vollwertige Nahrungsmittel; so fehlen dem Zein Zystin und Tryptophan, zwei lebenswichtige Aminosäuren. Die **Albumine**, mit den Globulinen die am weitesten verbreitete Gruppe der E., sind neutral, in Wasser löslich und enthalten außer dem Glykokoll (Aminoesigsäure) sämtliche Aminosäuren. Als **Serumalbumin** finden sie sich im Blutserum (**Blutalbumin**), als **Ovalbumin** im Eiklar und als **Laktalbumin** (Molkeneiweiß) in der Milch. Das giftige **Rizin** der Rizinusamen gehört ebenfalls in diese Gruppe. – Die **Globuline** reagieren schwach sauer und enthalten alle Aminosäuren. Als **Serunglobuline** sind sie im Blutserum enthalten. Jodhaltige **Thyroglobuline** wurden in den Schilddrüsen verschiedener Tiere gefunden. Sie sind durch besondere Methoden in verschiedene Fraktionen auftrennbar, denen für die Gesunderhaltung des Körpers Bedeutung zukommt. So sind die γ -Globuline Träger der Infektabwehr. Das im Blutplasma gelöste **Fibrinogen** bewirkt durch Übergang in Fibrin die Blutgerinnung. Zu den Globulinen gehören ferner das in der Milch vorhandene **Laktoglobulin**, die Muskeleiweiße **Myosin** und **Myogen** sowie das **Insulin** der Bauchspeicheldrüse. Pflanzl. Herkunft sind die Globuline Phase-

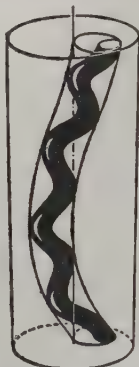
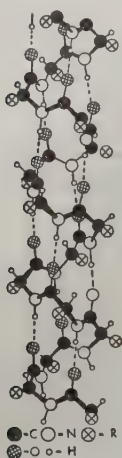


Eisschrank: Schnitt

Eka- - Ekliptik

olin aus einer Bohnenart und *Edestin* aus den Hanfsamen.

Die Skleroproteine oder Gerüsteiweißstoffe können weder zu den einfachen noch zu den zusammengesetzten Eiweißkörpern gezählt werden.



Eiweiß. Links: schraubenförmig gewundene Polypeptidkette eines Eiweißmoleküls.

R = Aminosäurerest, --- Peptidbindung.

Rechts: „Überschraube“ (nochmals gewendelte Schraube) als wahrscheinliche Konfiguration der Polypeptidkette in Faserproteinen. Nach Pauling winden sich um eine zentrale Schraube sechs solche „verdrillte“ Schrauben.

Hierzu gehört das schwefelreiche *Keratin* der Haare, Federn, Hörner, Nägel, Hufe, das sich ferner in der Schalenhaut der Eier, in der Hornschicht des Muskelgarnes der Vögel (*Coilin*) und als *Neurokeratin* in markhaltigen Nervenfasern findet. Weitere Gerüsteiweiße sind das *Kollagen* im Bindegewebe, Knorpel und Knochen, das *Elastin* der elastischen Fasern des Bindegewebes, das *Serizin* und *Fibroin* der Seide, das *Conchiolin* der Muschel- und Schnecken-schalen, das jodhaltige *Spongin* der Hornschwämme sowie das *Cornein* des Achsenskeletts der Koralle.

Die zusammengesetzten Eiweißkörper oder Proteide sind physiologisch durch ihren Zusammenhang mit $\rightarrow$ Enzymen bes. wichtig. Sie bestehen aus einem oder mehreren einfachen Eiweißkörpern und einer *prothetischen Gruppe*. Die letztere ist bei den Chromoproteiden ein Farbstoff, bei den Nukleoproteiden eine Nukleinsäure, bei den Phosphoproteiden Phosphorsäure und bei den Glykoproteiden ein Kohlenhydrat oder eine den Kohlenhydraten nahestehende Verbindung. Von den *Chromoproteiden* ist das wichtigste der Blutfarbstoff, das *Hämoglobin*. Ihm stehen eine Reihe von Enzymen (Katalase, Peroxydase, Cytochrome) nahe. Bei den Kopffüßern enthält die Blutflüssigkeit an Stelle des eisenhaltigen Hämoglobins ein kupferhaltiges Protein, das *Hämocyanin*. Zu dieser Gruppe gehört ferner der rote Farbstoff *Phycocerythrin* der Florideen (Meeresalgen). In der Netzhaut des Auges liegen Proteide mit $\rightarrow$ Karotin vor, die den Sehvorgang vermitteln. – Bei den *Nukleoproteiden* bildet die Eiweißkomponente meist ein Protamin. Die andere Komponente sind $\rightarrow$ Nukleinsäuren. Wegen des Phosphorsäuregehaltes sind die Nukleoproteide schwache Säuren. Sie kommen fast nur in den Zellkernen vor, wo sie Baustoffe der Chromosomen und damit der Erbsubstanz sind, die bei Viren durch reine Nukleinsäuren dargestellt wird. Daher finden sie sich vorwiegend in kernreichen Nahrungsmitteln. Zu den Nukleoproteiden gehören auch viele Enzyme, so das gelbe Atmungsferment,

die Dehydrasen, sowie gewisse Oxydasen. Die *Phosphoproteide* haben große Bedeutung für wachsende Organismen, finden sich im Eidotter als *Vitellin*, in der Milch an Kalk gebunden als *Kasein*. Bei den *Glykoproteiden* wird die prothetische Gruppe durch Kohlenhydrate (Glukosamin als Mucoitinschwefelsäure in Hornhaut, Magenschleimhaut und Serum; Chondrosamin als Chondroitinschwefelsäure in Knorpel und Sehnen; Glukuronsäure) gebildet. Zu ihnen gehören die *Mucine* oder Schleimstoffe, wichtige Bestandteile der Sekrete der Schleimdrüsen (z.B. Speichel), weiter die spezifische Substanz der Blutgruppe A des Menschen und ein verbreitetes, z.B. in der Synovialflüssigkeit der Gelenke, im Glaskörper des Auges und in der Nabelschnur vorkommendes Glykoprotein, die *Hyaluronsäure*, die durch das Enzym Hyaluronidase gespalten werden kann. Das in degenerierten Organen auftretende Amyloid ist ebenfalls ein Glykoprotein. Die *Lipoproteide* sind Verbindungen zwischen E. und $\rightarrow$ Lipoiden, insbes. Phosphatiden.

Eiweißreaktionen dienen zum Nachweis von E. Die *Fällungsreaktionen* beruhen darauf, daß eine Eiweißlösung durch Hitze oder durch chem. Eingriffe koaguliert und dabei meist gleichzeitig denaturiert und so das Eiweiß durch Ausflockung sichtbar gemacht wird. Die *Farbreaktionen* beruhen im allgem. auf der chem. Umsetzung des zugesetzten Reagens mit reaktiven Gruppen bestimmter E.-Bausteine.

WALDSCHMIDT-LEITZ: Chemie der Eiweißkörper (1957).

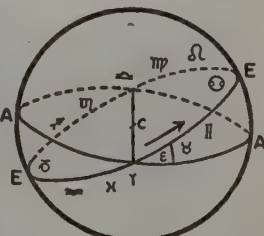
Eka-. Chem. Elemente, die bei der Aufstellung des $\rightarrow$ Periodischen Systems der Elemente noch unbekannt waren, für die aber bereits Plätze im System vorgesehen waren, erhielten den Namen des im Period. System darüber eingeordneten bekannten Elements mit der Vorsilbe Eka-. Die nach dem System möglichen Voraussagen über die Eigenschaften der *Eka-Elemente* wurden bei der späteren Entdeckung größtenteils bestätigt gefunden. Die Bezeichnung wurde dann in den heute gebräuchl. Elementnamen umgewandelt. So wurde *Eka-Aluminium* durch die Entdeckung des *Galliums* (LECOQ DE BOISBAUDRAN, 1875) ersetzt, *Eka-Bor* durch *Skandium* (NILSON, 1879), *Eka-Mangan* durch *Technetium* und *Rhenium*, *Eka-Silizium* durch *Germanium*, *Eka-Jod* durch *Astatin*, *Eka-Zäsum* durch *Francium*.

Eklipse, die Sonnen- und Mondfinsternis.

Ekliptik, die scheinbare Bahn, die die Sonne im Laufe eines Jahres am Himmelsgewölbe beschreibt; sie ist ein größter Kreis der Himmelskugel. Da die Bewegung der Sonne in der E. das Spiegelbild der Bewegung der Erde in ihrer Bahn ist, fällt die E. mit der Erdbahnebene zusammen, die deshalb ebenfalls E. genannt wird. Der Neigungswinkel gegen den Himmelsäquator heißt *Schiefe der E.*; sie beträgt gegenwärtig etwa $23^{\circ} 27'$. Sonnen- und Mondfinsternisse können nur dann eintreten, wenn der Mond in nächster Nähe der Schnittpunkte seiner Bahnebene mit der E. (Knoten) steht. Die 12 Sternbilder, die auf der E. liegen und von der Sonne im Laufe eines Jahres durchlaufen werden, bilden den *Tierkreis*.

Dies sind Widder φ , Stier τ , Zwillinge π , Krebs σ , Löwe Ω , Jungfrau $\wp$, Waage ζ , Skorpion $\mathfrak{M}$, Schütze τ , Steinbock σ , Wassermann ϖ , Fische $\mathfrak{X}$.

Da der Frühlingsspunkt infolge der $\rightarrow$ Präzession auf der E. langsam rückwärts läuft, fällt heute das Zeichen des Widder fast



Ekliptik: AA Himmelsäquator, C Erde, EE Ekliptik mit den Tierkreiszeichen, s. Schiefe der Ekliptik.

ganz auf das Sternbild der Fische usw. Um Christi Geburt fielen Zeichen und Sternbild noch zusammen. Die 6 Zeichen vom Steinbock bis zu den Zwillingen werden auch aufsteigende Zeichen genannt, die anderen absteigende.

Eklogit, basisches, meist grobkörniges Tiefengestein aus rotem Granat und grünem Augit (Omphazit), der durch Hornblende ersetzt sein kann; untergeordnet auch heller Glimmer oder Disthen. Der E. ist wahrscheinlich Hauptbestandteil der tieferen Silikatzone der Erdkruste.

Ekonomiser (englisch, »Sparere«), nutzt die Hitze der Abgase zur Vorwärmung des Speisewassers für Dampfkessel, spart Heizmaterial und schont den Kessel. Die älteren Glatrohr-E. sind heute durch Rippenrohr-E. mit Saugzug-Ventilator abgelöst.

Ektohormone, → Pheromone.

Eläolith, → Nephelin.

elastische Linie, die Form, die die Nullachse eines auf → Biegung beanspruchten Stabes oder Trägers unter Last annimmt.

elastische Schwingungen kommen in elast. Körpern durch das Zusammenwirken der trägen Masse und der elast. Kräfte zustande. Ein Stab kann z. B. durch Auslenkung senkrecht zu seiner Achse *Biegeschwingungen* (Stimmgabel) oder durch Drehung um seine Achse *Dreh-, Drill- oder Torsionsschwingungen* ausführen (Aufhängefäden einer Galvanometerspule). Wenn ein Stab in Längsrichtung zusammengedrückt wird, entstehen in ihm *Verdichtungsschwingungen*, bei denen die Dichte an jeder Stelle periodisch um einen Mittelwert schwankt. In einem weit (»unendlich«) ausgedehnten festen elastischen Medium treten *Verdichtungs- oder Kompressionswellen* und *Scherungswellen* auf. Sie unterscheiden sich vor allem dadurch, daß im ersten Fall sich die Teilchen in Richtung der Wellenausbreitung (*longitudinale Wellen, Längswellen*) und im zweiten Fall senkrecht dazu (*transversale Wellen, Querswellen*) verschieben. Beide Wellentypen breiten sich mit verschiedener Geschwindigkeit aus. Das Verhältnis der Längswellen- zur Querswellengeschwindigkeit hängt nur von der Poissonschen Querszahl μ (→ Elastizität) ab und beträgt für die meisten Metalle ($\mu \approx 0,3$) etwa 1,9. Bei Erdbeben werden beide Wellentarten beobachtet; aus dem Verhältnis der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten ergibt sich für das Erdinnere $\mu = 0,29$. Das bedeutet, daß sich der Erdkern in bezug auf elastische Wellen wie Metall verhält. An der Grenze des elastischen Körpers können besondere *Oberflächenwellen* (*Rayleigh-Wellen*) entstehen, die z. B. bei Erdbeben die schweren Zerstörungen verursachen.

Im Inneren von Flüssigkeiten und Gasen sind nur Längsschwingungen möglich. Solche Schwingungen bilden im Frequenzbereich von 16 bis 20 000 Hz die Ursache von Gehörs wahrnehmungen (→ Schall). Die Begriffe *Schallschwingungen*, *Schallwellen*, *Schallgeschwindigkeit* sind von diesen auch auf elastische Längsschwingungen anderer Frequenzbereiche und beliebiger Medien übertragen worden.

Elastizität, die Eigenschaft fester Körper, ihre unter äußerer Krafteinwirkung angenommene Formänderung (→ Deformation) nach dem Aufhören der Krafteinwirkung wieder rückgängig zu machen. Die vollständige Rückbildung kann sofort nach Aufhören der Kraftwirkung eintreten oder, wie bes. bei den kautschukelastischen Kunststoffen, erst innerhalb bestimmter Zeit (*elastische Nachwirkung*). Bei den Metallen sind geringe Formänderungen proportional den äußeren Kräften und damit den inneren Spannungen (*Hookesches Gesetz, Elastizitätsgesetz*); der bei der → Dehnung auftretende Proportionalitätsfaktor heißt *Dehnungs- oder Elastizitätsmodul E*, der bei der → Scherung und Torsion (Drilling) auftretende *Scherungs-, Schiebungs-, Schub-, Torsions-, Drillungs- oder 2. Elastizitätsmodul G*. Diese und entsprechende bei der Querkürzung (*Querszahl μ* , → Dehnung) und bei allseitiger Dehnung (*Volumenkompressibilität*) auftretende Materialkonstanten sind in Wahrheit keine Konstanten im strengen Sinne. Ihre Werte hängen stark

von der Vorbehandlung des Materials und der Beimengung von Fremdstoffen ab. *G* und *E* und μ stehen in folgender Abhängigkeit zueinander:

$$G = E/2(1 + \mu)$$

	E kp/cm ² (kg/cm ²)	G kp/cm ² (kg/cm ²)	μ
Stahl	2 000 000–2 150 000	770 000–810 000	0,3
Grauguß	400 000–1 300 000	160 000–525 000	0,26
Messing (Ms 63)	800 000	30 000	0,35
Aluminium . . .	690 000–730 000	260 000–280 000	0,34
Glas	700 000	200 000	0,2
Kautschuk . . .	≈ 10		0,5

Steigert man die auf den Körper wirkenden Kräfte, so nimmt die Formänderung schließlich stärker zu als die Spannung: der Körper wird plastisch (*Elastizitäts- oder Fließgrenze*). Steigert man die Kräfte weiter, so tritt schließlich Trennung ein (→ Festigkeit).

Selbst bei Spannungen, die gerade unterhalb der Reißfestigkeit liegen, treten bei den normal elastischen Stoffen (Metalle) nur Dehnungen von einigen Promille auf. Bei *kautschukelastischen* Stoffen dagegen sind Dehnungen von einigen 100% möglich. Dieser Unterschied um den Faktor 1000 rührt von dem ganz anderen inneren Prozeß her, der für die elastischen Eigenschaften maßgebend ist. Bei den Metallen beruht der Zusammenhalt auf den Kräften zwischen den Molekülen. Gegen diese Kräfte wirken die äußeren Spannungen: sie vergrößern den mittleren Abstand der Bausteine. Die kautschukelastischen Stoffe bilden ein vernetztes Geflecht von in sich und untereinander verknäulten Fäden, das nach Reckung durch äußere Kräfte und teilweise Ordnung der Fäden durch Parallelagerung wieder eine möglichst ungeordnete (»wahrscheinliche«) Knäuelgestalt anzunehmen strebt. Man hat diese zum Unterschied zur *Energie-E.* der Metalle wegen der Ähnlichkeit mit Gasprozessen *Entropie-E.* genannt (W. KUHN).

A. SOMMERFELD: Mechanik der deformierbaren Medien (1957).

Elastogramm, photograph. Meßbild der elast. Eigenschaften eines Stoffes, erhalten durch die charakteristische Beeinflussung durchgehenden oder an der Oberfläche reflektierten Lichtes durch Ultraschallschwingungen, die im Probestück erzeugt werden.

Elastomere, Sammelbegriff für kautschukelastische Stoffe. Außer dem Naturkautschuk gehören dazu vor allem die verschiedenen Kunstkautschukarten, ferner einige Kunststoffe, die mit oder ohne Zusatz von → Weichmachern eine hohe Elastizität aufweisen.

Elektret, Dielektrikum mit permanenter dielektrischer → Polarisation. In bestimmten Harzen bleibt die in geschmolzenem Zustand durch ein starkes elektr. Feld erzwungene Ausrichtung der molekularen Dipole bestehen, wenn nach der Erstarrung das Feld abgeschaltet wird (HEAVISIDE), ein Zustand ähnlich dem der permanenten Magnete.

elektrische Antriebe, → elektromagnetische Antriebe, → Ionenantrieb.

elektrische Bahnen, die durch elektr. Strom betriebenen Voll-, Straßen-, Berg-, Gruben-, Hoch- und Untergrundbahnen u. a. Die einheitl. Merkmale aller e. B. sind: 1) zentrale Energieerzeugung in wenigen großen Kraftwerken mit bestem Wirkungsgrad; 2) Verteilung der Energie auf mehrere an der Strecke liegende Speisestellen oder Unterwerke, die die Strecke abschnittsweise versorgen; 3) Fernleitung der Energie an abgelegene Strecken; 4) Zufuhr der Energie zu den Fahrzeugen über Fahrleitungen mit Schleifstücken oder Stromabnehmern; 5) Rückleitung des Stromes durch die Fahrleitungen, soweit er nicht durch die Erde geht. Nicht einheitlich sind die *Stromarten*. Das Netz mit *Drehstrom* von 3600 Volt Spannung in Norditalien (benötigt zweipolige Oberleitung und ist da-

durch in der Spannung beschränkt und in Weichen und Bahnhöfen empfindlich und teuer) wird allmählich auf Gleichstrom von 3000 Volt umgestellt. Gleichstrom mit Oberleitung und Spannung von rund 600 Volt ist für Straßenbahnen allgemein üblich. Für leistungsfähigere Bahnen verwendet man eine dritte Schiene neben den Gleisen, z. B. bei Stadt- und Vorortbahnen, den Untergrundbahnen in Berlin und Hamburg. Mit höherer Spannung im Fahrdrat von 1500 Volt Gleichstrom werden umfangreiche Netze in Frankreich, Großbritannien, Spanien und Holland, mit 3000 Volt das südl. Hauptnetz Italiens betrieben.

Deutschland, Schweiz, Österreich, Schweden und Norwegen haben sich 1910 bis 1914 bei Vollbahnen für das *Einphasenwechselstrom-System* mit hoher Fahrdratspannung (15000 Volt) und niedriger Frequenz ($16\frac{2}{3}$ Hz) entschieden. Die niedere Frequenz war notwendig, um leistungsfähige Motoren bauen zu können. Der Wert $16\frac{2}{3}$ wurde gewählt, weil sich das Bahnstromsystem dann mit einfachen Umformern mit dem Netze der Industriefrequenz von 50 Hz kuppeln läßt. *Einphasenwechselstrom mit 50 Hz* wurde bisher nur in Versuchsbetrieben verwendet.

elektrische Maschinen (hierzu TAFEL), umlaufende und ruhende elektr. Geräte, die entweder mechanische Energie in elektr. umwandeln (→ Generator) und umgekehrt (→ Elektromotor) oder zugeführte elektr. Energie in elektr. Energie anderer Art umformen (→ Transformator, Stromrichter, Umformersatz, Frequenzwandler).

elektrische Meßgeräte dienen zum Anzeigen oder Aufzeichnen der Werte elektr. Meßgrößen oder zur Kontaktgabe bei bestimmten Werten. Sie werden auch für nichtelektr. Meßgrößen eingesetzt. Wenn dazu keine unmittelbare Beziehung, z. B. Temperatur-Thermospaltung, pH-Wert-Spannung, Generatordrehzahl-Spannung, gegeben ist, läßt man Teile elektr. Meßschaltungen durch die nichtelektr. Größe so beeinflussen, daß elektr. meßbare Größen verändert werden, z. B. Kapazität oder Induktivität durch Druck, Widerstand durch Temperatur, was oft nur mittelbar zu erreichen ist, z. B. bei elektr. Gasprüfern. Für das eigentliche Meßgerät werden vorzugsweise solche Wirkungen des elektr. Stromes ausgenutzt, die Drehmomente ergeben. Verglichen wird meist mit einem mechanisch hervorgerufenen Gegendrehmoment (Spiralfeder oder Verdrehung eines Spanndrahtes) oder, z. B. im → Kreuzspulinstrument oder Leistungsfaktormesser (→ Leistung) mit einem anderen, elektr. hervorgerufenen Drehmoment. Ausnutzbare Wirkungen des elektr. Stromes sind:

- Ablenkung eines stromführenden Leiters im Magnetfeld*, → Drehspulinstrument, → Galvanometer, → elektrodynamisches Instrument.
- Abstoßung zweier gleichpolig magnetisierter Eisenkörper*, → Dreheiseninstrument.
- An- und Abstoßung eines Magnetankers bei Wechselstrommagnetisierung*, → Frequenzmesser (Zungenfrequenzmesser).
- Einstellung eines Magneten auf die Resultierende aus einem Dauer- und einem Elektromagnetfeld*, → Drehmagnetinstrument.
- Induktionswirkung*, die im Drehfeld auf einen Metallkörper ausgeübt wird.
- Wärmewirkung des elektr. Stromes*, → Hitzdrahtinstrument, → Bimetall.
- Abstoßung oder Anziehung zweier elektr. Ladungen*, → Elektrometer.
- Elektrochem. Wirkung*, → Coulombmeter.
- Ablenkung des Elektronenstrahls im magnet. oder elektr. Feld*.

Die Genauigkeit der e. M. wird gekennzeichnet durch den Anzeigefehler, der als Differenz zwischen dem gemessenen und dem wahren Wert der Meßgröße eine exakte Aussage über die Genauigkeit ist. Der Anzeigefehler wird laut VDE 0410 in % des Meßbereichendwertes, % der Skalenlänge oder % des Sollwertes angegeben. Die Empfindlichkeit eines e. M. ist das Verhältnis der Verschiebung

der Anzeigemarke, z. B. Zeigerspitze, zur Änderung des Meßwertes und hat die Dimension Länge/Meßgröße, also z. B. mm/A. Der *Eigenverbrauch* eines e. M. ist der Anteil an elektr. Energie, der im Gerät in mechan. Arbeit oder Wärme umgesetzt wird. Große Empfindlichkeit entspricht kleinem Eigenverbrauch. Der Eigenverbrauch wird oft durch die Angabe des Spannungsabfalls in mV oder der Stromaufnahme in mA gekennzeichnet, Werte, die mit dem Nennstrom oder der Nennspannung zu multiplizieren sind, um den Eigenverbrauch in mW zu ergeben. Der den Eigenverbrauch mit verursachende Anteil an mechan. Arbeit ergibt sich aus der Lagerreibung. Bei hochwertigen e. M. ist das bewegl. Organ mit Stahlspitzen in Edelmetallen gelagert. Völlig vermieden wird die Lagerreibung, wenn das bewegl. Organ zwischen Spannbändern aufgehängt wird, deren Torsionsmoment dann meist auch die Richtkraft darstellt. – Der kleinste Wert der Meßgröße, der ein e. M. ansprechen läßt, heißt *Schwellwert*. – Der Zeiger eines e. M. muß sich in angemessener Zeit ohne unzulässige große Überschwüngen auf den gemessenen Wert einstellen; was durch die *Dämpfung* bewirkt wird. Üblich sind: elektr. Dämpfung wie bei → Drehspulinstrumenten; wenn diese nicht anwendbar, die Luftdämpfung, bei der ein Flügel in einer Kammer geschwenkt wird, und z. B. bei schreibenden Geräten Wirbelstromdämpfung, bei der ein Metallblech zwischen den Polen eines Dauermagneten geschwenkt wird.

F. MOELLER: Leitfaden d. Elektrotechnik, Bd. 4, Elektr. Meßtechnik (1961); P. M. PFLIER: Elektr. Messung mechan. Größen (1956); W. SCHWERTFEGGER – G. GRASSHOF: Elektr. Meßtechnik, Bd. 1 (1958), Bd. 2 (1960).

elektrische Musikinstrumente. Man unterscheidet drei Hauptarten der elektr. Tonerzeugung: 1) auf mechanisch-elektrischem Wege, z. B. durch gezahnte Stahlscheiben, die vor einer Induktionsspule rotieren und in dieser Wechselströme erzeugen, die im Lautsprecher wiedergegeben werden (*Hammond-Orgel*), oder durch rotierende Lochscheiben, die einen auf eine Photozelle gerichteten Lichtstrahl in bestimmtem Rhythmus unterbrechen und dadurch Wechselströme hervorbringen (*Lichttonorgel*), oder durch die auch beim Tonfilm übliche Tonspuraufzeichnung; 2) rein elektrisch durch Erzeugung von Kipperschwingungen mit Hilfe von Glühlampen oder Thyatronen, die als Stoßfrequenz auf elektr. Klangfarbenschaltnungen einwirken (*Trautonium*, *Melochord*, *Hellertion*, *Heliphon*) oder durch Überlagerung der Schwingungen zweier Hochfrequenzsender und Gleichrichtung der Differenzschwingungen (*Ätherophon*); 3) Abnahme von Schwingungen bei Musikinstrumenten durch winzige, über der Saite angeordnete Mikrophone, Verstärkung und Klangfarbenschaltnung (*Neobechstein*, *Elektrochord*, *Hawaiian-Gitarre*).

elektrische Schwingungen, → elektromagnetische Schwingungen.

elektrisches Feld, → Elektrizität, → Feld.

Elektrisierungsmaschinen, Geräte zur Erzeugung, besser Trennung, und Ansammlung elektrischer Ladungen. Bei der *Reibungs-E.* wird eine drehbare Glasscheibe (Schwefelkugel, OTTO v. GUERICKE, 1663) durch ein Reibzeug (Leder mit Zinkamalgal) positiv geladen; diese Ladungen werden durch → Influenz und Spitzenwirkung (→ Spitzenentladung) auf einen Konduktor übertragen. *Influenz-E.* konstruierten HOLTZ 1865, TÖPLER 1866 und WIMSHURST 1883. Die letztere besitzt zwei Hartgummi-scheiben mit Stanniolbelegungen, die sich um eine gemeinsame Achse in entgegengesetzter Richtung drehen. Auf den Belegungen werden entgegengesetzte Ladungen influenziert und über Spitzenkämme Konduktoren zugeführt. Mit ihr lassen sich Spannungen bis zu einigen 100000 V erreichen. Zu den E. gehört auch der praktisch wichtige → Band-generator.

Elektrizität, die elektr. Ladungen, aber auch der elektr. Strom, von denen die elektr. Wirkungen aus-

gehen und – bes. in der Technik – die elektr. Energie (Elektrizitätswerk, Elektrizitätszähler u. a.).

ELEKTROSTATIK. In der Natur finden sich zwei Arten elektr. Ladungen, zwischen denen Kräfte wirken. Sie sind in der Regel in der Materie gleichmäßig verteilt, können jedoch durch Reiben voneinander getrennt und gesondert angesammelt werden (→ Elektrisiermaschinen). Die beiden Ladungsarten heißen *positiv* und *negativ*. Gleichnamige Ladungen stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an. Die Kräfte können mit der Drehwaage gemessen werden. Während lange Zeit die Vorstellung herrschte, daß die Kräfte zwischen den Ladungen unvermittelt durch den Raum augenblicklich aufeinander wirken (*Fernwirkung*), hat sich heute die *Nahwirkungstheorie* durchgesetzt (MAXWELL, → Maxwell'sche Theorie). Nach ihr ist der Zustand des Raumes in der Umgebung einer Ladung verändert, es besteht ein *elektrisches Feld* (→ Feld), in dem jeder Punkt an den unmittelbar benachbarten die Kraftwirkung weitergibt. Die Richtung, in der eine Wirkung mit maximaler Stärke sich fortpflanzt, wird durch *Feldlinien* angegeben (BILD 1–3). Ent-

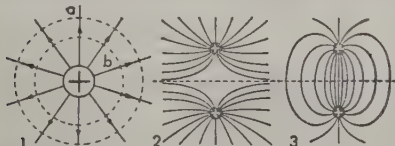
lange Ladungen, bis in ihm kein elektr. Feld mehr besteht, das weitere Ladungen bewegen könnte: ein Leiter hat überall konstantes Potential, wenn in ihm nicht durch dauernde Energiezufuhr eine Potentialdifferenz aufrechterhalten wird. Ein mit $+Q$ geladener, isolierter Leiter hält in einer gegenüberstehenden, unendlich ausgedehnten oder rings um ihn geschlossenen leitenden Platte (Erde, Zimmerwände) die Ladung $-Q$ fest, die positiven Ladungen fließen ab. Im Endzustand haben Leiter und Platte je ein festes Potential. Die Potentialdifferenz U ist proportional zu Q ; $Q = CU$. Die Konstante C , die nur von der geomet. Anordnung der Leiter zueinander abhängt, heißt *Kapazität* (gemessen in Farad). Ist der Zwischenraum mit einem Dielektrikum der relativen Dielektrizitätskonstante ϵ_{rel} ausgefüllt, so multipliziert sich die Vakuumkapazität mit ϵ_{rel} (→ Kondensator).

ELEKTRICHER STROM. Über einen Leiter entläßt sich ein Kondensator im allgemeinen sofort, über einen *Halbleiter* nur verhältnismäßig langsam. Die Stärke des Stromes, die in der Sekunde durch den Leiter fließende Ladungsmenge, wird in *Ampere* ($A = C/s$) gemessen. Der Begriff der elektr. *Stromstärke* wird wichtig, wenn man über längere Zeiten konstante Stromstärken herstellen kann, wenn man Vorrichtungen hat, die trotz ständiger Ladungsentnahme konstante Spannungen garantieren, bei sehr kleinen Stromstärken z. B. Elektrisiermaschinen. Größere Ströme erhält man ohne Benutzung elektrodynam. Vorgänge (s. u.) durch Zusammenschalten von bestimmten Leitern der 1. Klasse mit einem Leiter der 2. Klasse, einem *Elektrolyten*. Verbindet man z. B. in angesäuertes Wasser getauchte Platten von Kupfer und Zink, so fließt ein Strom (→ galvanische Elemente, → Akkumulator).

Der elektr. Strom kann durch seine *magnetische Wirkung* gemessen werden (OERSTED 1820): Jede bewegte elektr. Ladung wird außer von ihrem elektr. Feld zusätzlich von einem Magnetfeld ringförmig umgeben (BILD 4). Ein Strom, der von Süden nach Norden über eine Magnetnadel geführt wird, lenkt also den Nordpol der Nadel nach Westen ab, wenn man als Stromrichtung die vom positiven Pol der Batterie zum negativen festsetzt. Durch ihre Magnetfelder üben zwei stromführende Leiter Kräfte aufeinander aus; ein Zylinder, auf den der stromführende Draht aufgewickelt ist (*Spule*), verhält sich wie ein Magnet. Durch gleichzeitige Spannungs- und Strommessung gelangt man zum → Ohmschen Gesetz. Eine zweite wichtige Wirkung des elektr. Stromes ist die *Erwärmung des Leiters* bei Stromdurchgang (JOULE 1841). Die in einem Draht erzeugte *Joulesche Wärme* läßt sich zur Strommessung benutzen (→ Hitzdrahtinstrument). – Zur Definition der Stromstärke lassen sich schließlich auch die *elektrolyt. Wirkungen* des elektr. Stromes verwenden, → Elektrolyse, → Ampere.

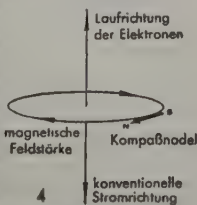
ELEKTRODYNAMIK heißt die Lehre von den zeitlich veränderlichen elektromagnet. Feldern. Die Grundlage bildet die Erscheinung der → Induktion (FARADAY 1831–34). Es zeigt sich, daß in einem geschlossenen Leiter eine Spannung induziert wird, wenn sich das die Schleife durchsetzende magnet. Feld zeitlich ändert. Während die Induktion auch bei *langsam veränderlichen*, kräftigen Feldern beobachtet werden kann (→ Transformator, → Generator), läßt sich die magnet. Wirkung des 1862 von MAXWELL eingeführten *Verschiebungsstromes*, d. i. die zeitliche Änderung der dielektr. Verschiebung, nur in *schnell veränderlichen* Feldern beobachten (HERTZ 1879, → elektromagnetische Schwingungen). Im *Elektromagnetismus* sind die miteinander verknüpften elektr. und magnet. Erscheinungen zusammengefaßt (MAXWELL). Die Harmonie der elektromagnet. Grundbeziehungen zeigt sich besonders eindrucksvoll in der Darstellungsweise der Relativitätstheorie.

ATOMISTIK DER ELEKTRICISCHEN ERSCHEINUNGEN. Die Maxwell'sche Theorie der elektromagnet. Felder charakterisiert die Stoffe im wesentlichen durch Dielektrizitätskonstante, Permeabilität und spezif. Wi-



Elektrizität: 1 elektr. Feld einer geladenen Kugel; a Kraftlinien, b Äquipotentialflächen, 2 Feldverlauf bei zwei gleichnamigen, 3 bei zwei ungleichnamigen Ladungen.

lang der Feldlinien wirkt die *elektrische Feldstärke*, deren Betrag man nach Analogie einer Flüssigkeitsströmung durch die Dichte der Feldlinien darstellt. Zwischen zwei Punkten einer Feldlinie herrscht eine elektr. *Spannung*, die der mittl. Feldstärke auf diesem Wegstück und der Länge des Wegstückes proportional ist. Die Spannung eines Feldpunktes gegen einen leicht zugängl. Leiter, in der Regel die Erde, heißt dessen *Potential*, so daß die Spannung zwischen zwei Punkten deren *Potentialdifferenz* ist. Das Potential eines Feldpunktes läßt sich durch die potentielle → Energie messen, die eine Ladungseinheit dort besitzt; allgemein ist die Energiedifferenz A zwischen zwei Punkten das Produkt aus Ladung Q und Spannung U ; $A = Q \cdot U$. Mißt man die Arbeit in Joule, die Ladung in Coulomb, so ergibt sich die Spannung in Volt.



Elektrizität 4: Magnetfeld eines Stromes

Außer durch die Kraftwirkungen läßt sich ein elektr. Feld auch durch die *dielektrische Verschiebung* beschreiben. Bringt man ins Feld zwei sich zunächst berührende Metallplatten (Kondensator) senkrecht zu den Kraftlinien und zieht sie ein wenig auseinander, so sind sie gleich, aber mit entgegengesetztem Vorzeichen, geladen. Die Ladungen sind der Fläche F der Platten proportional, so daß für jede Stelle des Feldes der Quotient $\frac{Q}{F}$ konstant ist.

Diese Konstante heißt die dielektrische Verschiebung $\mathcal{D}$. Die Feldstärke $\mathcal{E}$ und die Verschiebung $\mathcal{D}$ sind im Vakuum einander proportional. Mißt man $\mathcal{E}$ in V/m , $\mathcal{D}$ in As/m^2 , so ergibt sich (im Vakuum) $\mathcal{D} = \epsilon_0 \mathcal{E}$. Die Konstante ϵ_0 , die *Verschiebungskonstante*, *Dielektrizitätskonstante* oder *Influenzkonstante*, ist gleich $8,8542 \cdot 10^{-12} As/Vm$ (→ Dielektrizitätskonstante). Die Ladungstrennung im elektr. Feld nennt man → Influenz.

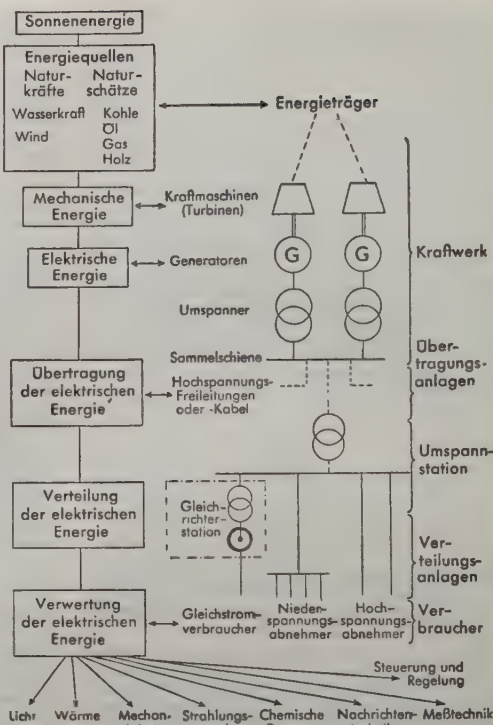
In einem Leiter trennen sich durch Influenz so-

derstand. Sie selbst bietet keine Möglichkeit, die Unterschiede der Stoffe hinsichtlich dieser Konstanten zu erklären. Die elektromagnet. Lichttheorie gibt keine Auskunft über die Prozesse, die zur Lichtaussendung führen, vor allem nicht über die diskreten Wellenlängen (Spektrallinien) des von glühenden Gasen ausgesandten Lichtes. Die Antwort auf diese Fragen hat erst die Atomphysik geben können. Danach besteht die *Elektrizitätsleitung in Metallen*, allgemein in Leitern 1. Klasse, in der Bewegung von Elektronen. Der *Ohmsche Widerstand* kommt dadurch zustande, daß die Elektronen mit dem übrigen, relativ feststehenden Teil der Atome des Leiters zusammenstoßen; sie bewegen sich wie in einem reibenden Medium. Die *Joulesche Wärme* ist also als Reibungswärme zu deuten. In Gasen und flüssigen und festen Isolatoren kann neben dieser Leitung durch Elektronen noch, ebenso wie in den Elektrolyten, eine Leitung durch Ionen stattfinden. Bei den *Elektronenleitern* und *-halbleitern* sind eine Reihe von Effekten beobachtet, die vollständig erst durch die Quantentheorie aufgeklärt werden konnten, so z. B. der thermoelektrische Effekt, der Gleichrichtereffekt dünner Halbleiterschichten im Übergangsgebiet zwischen zwei Metallen, der innere Photoeffekt. Neben den Energieverlusten durch Leitung können in Isolatoren noch zusätzliche Verluste auftreten, wenn die Moleküle des Stoffes ein permanentes Dipolmoment besitzen (*polare Moleküle*, DEBYE 1929). Sie werden dann im Wechselfeld hin- und hergedreht und verlieren durch 'Reibung' Energie. Diese Reibungsverluste sind im Gegensatz zu den Leitungsverlusten frequenzabhängig. – Bei den im engeren Sinne *dielektrischen Stoffen*, deren Moleküle unipolar sind, verursacht ein außen angelegtes Feld Verschiebungen der Ladungen. Die dielektr. Verschiebung setzt sich also aus der Vakuumverschiebung und dieser Polarisierung, die im allgemeinen dem angelegten Feld proportional ist, zusammen. Die resultierende relative Dielektrizitätskonstante (im elektrostatische Maßsystem für das Vakuum gleich 1) muß größer als 1 sein. Bei den polaren Stoffen kommt eine weitere Polarisierung durch Ausrichten der Dipole hinzu, die mit wachsendem Feld steigt, die *parelektrische Polarisierung*. Bei manchen Kristallen (z. B. Quarz) ist die parelektrische Polarisierung von mechan. Deformation begleitet (*umgekehrter Piezoeffekt, Elektrostriktion*), wie auch umgekehrt in solchen Kristallen durch geeignete Deformation eine Ladungsverschiebung erzeugt wird, die sich in dem Auftreten von Oberflächenladungen äußert.

R. W. POHL: Einf. i. d. Elektrizitätslehre (1961);
R. BECKER: Theorie d. E. (Bd. I 1962, Bd. II 1959, Bd. III 1962).

Elektrizitätsversorgung, umfaßt alle Einrichtungen zur Erzeugung, Fortleitung und Verteilung elektrischer Energie, z. B. Elektrizitätswerke, Umspannwerke, Freileitungen, Kabel, Umspannstationen. Der Verbraucher erhält die elektr. Energie durch Verteilungsleitungen oder -netze. – Die E. wird heute fast ausschließlich mit *Drehstrom* (Betriebsfrequenz 50 Hz) vorgenommen. *Einphasen-Wechselstrom* 16 $\frac{2}{3}$ Hz dient der Versorgung elektr. Vollbahnen.

Bei den Verbrauchern unterscheidet man nach der Art ihrer Stromabnahme: *Hochspannungsabnehmer* (Großabnehmer), die auf Grund von Stromlieferungsverträgen aus dem Hochspannungs- und Mittelspannungsnetz mit Drehstrom beliefert werden und die Umspannung auf die Gebrauchsspannung selbst besorgen. *Niederspannungsabnehmer* (Haushalt und Gewerbe) werden nach dem allg. Tarif über



Elektrizitätsversorgung: grundsätzlicher Aufbau

ihren Hausanschluß mit Drehstrom 380/220 Volt oder mit Wechselstrom 220 Volt beliefert. Nur vereinzelt findet man noch Versorgung der Niederspannungsabnehmer mit anderen Spannungen oder mit Gleichstrom. – Der Strom leistet da, wo er verbraucht wird, *Arbeit*; nach dieser wird sein Verbrauch berechnet. Die Verrechnungseinheit der elektr. Arbeit heißt Kilowattstunde (kWh). Die $\rightarrow$ Leistung eines elektr. Gerätes (Maschine, Glühlampe usw.) ist in der Regel auf ihm in $\rightarrow$ Watt (W) oder Kilowatt (kW) angegeben. Durch Multiplikation mit der Betriebsdauer in Stunden (h) ergibt sich der Verbrauch.

Elektrizitätswerk (E-Werk), Elektrizitätsversorgungsunternehmen, alle öffentlichen und privaten $\rightarrow$ Kraftwerke und Stromverteilwerke. *Elektrizitätswerkstelephonie*, die telephon. Verständigung zwischen den E-Works mittels modulierter Hochfrequenz, die über Hochspannungs-Schutzkondensatoren auf die Hochspannungsleitung gegeben wird.

Elektrizitätszähler, Meßgeräte für den Verbrauch an elektrischer Arbeit.

Amperestundenzähler werden bis 20 A bei 220 V in der einfachen Bauart der *Elektrolytzähler* ausgeführt. In einer Elektrolyt. Zelle wird aus einer wässrigen Säurelösung bei Stromdurchgang Wasserstoff oder Quecksilber ausgeschieden und in einem mit Teilung versehenen Glasrohr die ausgeschiedene Stoffmenge sichtbar gemacht. Diese ist der Stromstärke und der Zeit, also der Elektrizitätsmenge proportional.

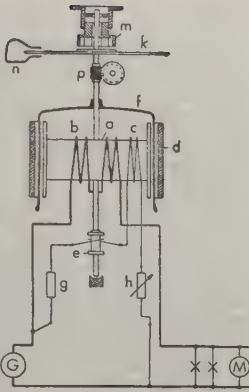
Wattstundenzähler sind Motorzähler; sie haben ein dynamomet. Meßwerk. Der abgenommene Strom selbst (bis 200 A) oder ein über Nebenwiderstand abgezweigter Teilstrom ruft, durch eine feststehende Spule fließend, ein Magnetfeld verhältnis-

gleicher Stärke hervor. In diesem Triebfeld ist ein Anker drehbar gelagert. Er besteht aus drei Spulen, deren Enden mit einem Kommutator verbunden sind. Der Anker läuft bei Entnahme elektr. Arbeit um, weil er über Schleifbürsten, eine Hilfsspule und einen hohen Widerstand zwischen die Versorgungsleitungen geschaltet, also an Spannung gelegt ist. Die Hilfsspule kompensiert den Reibungsverlust in der Ankerlagerung. Auf der Ankerachse sitzt eine Aluminiumscheibe, die zwischen den Polen eines Bremsmagneten hindurchläuft, so daß in ihr drehzahlproportional Wirbelströme mit entsprechender Bremswirkung entstehen. Die Ankergeschwindigkeit entspricht jeweils der entnommenen Leistung, also der Weg in einer bestimmten Zeit (Leistung $\times$ Zeit) der elektr. Arbeit.

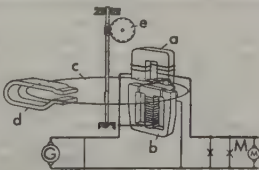
Wirkverbrauchszähler beruhen als Induktionszähler darauf, daß in einer drehbar gelagerten Aluminiumscheibe durch Induktion Ströme hervorgerufen werden und unter dem Einfluß zweier elektrisch um 90° verschobener Magnetflüsse ein Drehmoment entsteht. Die beiden Magnetfelder werden von Elektromagneten hervorgerufen. Einer (Stromseisen) wird vom aufgenommenen Strom durchflossen, der andere (Spannungseisen) liegt an der Versorgungsspannung. Die Scheibe wird ebenfalls durch einen Dauermagneten gebremst. Die Zahl der Scheibenumdrehungen entspricht der abgenommenen Arbeit. Für Drehstrom haben diese Zähler 2 oder 3 Meßwerke. Bis 100 A bzw. 450 V werden sie direkt, bei höheren Strömen oder Spannungen an Wandler angeschlossen. **Blindverbrauchszähler** sind mechanisch gleichartig, haben aber eine Kuntschaltung und eine Rücklaufhemmung. Sie dienen der Verrechnung des unerwünschten Blindverbrauchs. – **Mehrtarierzähler** ermöglichen die getrennte Verrechnung des zu verschiedenen Zeiten entnommenen Stromes.

W. BEETZ – A. SCHROBE – K. FORGER: E. u. Meßwandler (1959).

Elektroakustik, das Gebiet der Akustik, das sich mit der Erzeugung (elektr. Musikinstrumente, künstl. Sprache) oder Übertragung (Mikrophon-Lautsprecheranlagen, Rundfunk) oder Aufzeichnung von Schallschwingungen mit elektrotechn. Hilfsmitteln (Plattenspieler, Magnettongerät, Lichtspieltechnik) befaßt.



Elektrizitätszähler 1: Schema eines Motorzählers; a feststehender Magnethern mit Anker im Inneren, b Stromspule, c Hilfsspule, d Magnet-Rückschluß, e Kommutator, f Ankerklopp, g Vorwiderstand, h regelbarer Abgleichwiderstand für c, k Läufer-scheibe, m magnetische Entlastung für die Läuferlagerung, n Bremsmagnet, p Schnecke für das Zählwerk, G Generator, M Motor.



Elektrizitätszähler 2: Schema eines Induktionszählers; a Strom-eisen, b Spannungseisen, c Anker-(Brems-) Scheibe, d Bremsma-gnet, e Schnecke für das Zähl-werk; G Generator, M Motor.

E. NECKENBÜRGER: Elektr. Schallübertragung (1953); W. REICHARDT: Grundlagen der E. (1960).

Elektroanalyse, ein quantitatives Bestimmungsverfahren, bei dem die Kationen aus Salzlösungen meist als Metalle (Blei als Bleidioxid an der Anode) abgeschieden werden. Man taucht in die Elektrolytflüssigkeit zwei Platinelektroden ein, legt einen Gleichstrom von bestimmter Stromstärke und Spannung an und elektrolysiert bis zur vollständigen Abscheidung des Metalls an der Kathode. Durch Gewichtszunahme der Kathode (bei Blei der Anode) läßt sich die Menge des abgeschiedenen Stoffes quantitativ bestimmen. Durch die **Schnellelektrolyse** kann die Abscheidengeschwindigkeit gesteigert werden, indem man bei Siedetemperatur und höherer Stromstärke elektrolysiert und die Lösung mit einem Rührer in Bewegung setzt.

Elektrochemie, die Lehre von den Zusammenhängen zwischen den chem. und den elektr. Erscheinungen. In der Technik haben besondere Bedeutung die **elektrolytischen** und die **elektrothermischen** Prozesse. Von diesen umfassen die ersteren einerseits die Herstellung von Natron- oder Kalilauge und Chlor durch $\rightarrow$ Elektrolyse von Salzlösungen sowie die elektrolyt. Oxydationsreaktionen (Chlorate, Kaliumpermanganat, Wasserstoffperoxid) und andererseits die Herstellung von Natrium-, Kalium-, Magnesium- und Aluminiummetall durch Elektrolyse der wasserfreien Salzschnmelzen ($\rightarrow$ Elektrometallurgie). Die elektrotherm. Reaktionen zur Herstellung von Kalziumkarbid, Ferrosilizium, Azetylen aus Methan u.a. beruhen auf der Wärmewirkung des elektr. Lichtbogens oder des elektr. Widerstandes.

Elektrolytisches Äquivalent, $\rightarrow$ Elektrolyse.

G. KORTUM: Lehrb. der E. (1962).

Elektroden, in elektr. Stromleitern die Übergangsstellen von metall. Leitern auf Leitung durch Ionen (in Flüssigkeiten und Gasen, z. B. Schweiß-E. bei der Lichtbogenschweißung oder die Stifte der Zündkerze) oder durch freie Elektronen (im Vakuum, z. B. E. in Elektronenröhren, Röntgenröhren u. dgl.). Bei 2 E. heißt die E., in die negative Ladungen, also Elektronen, eintreten, **Anode**, die E., aus der sie austreten, **Kathode**. Elektronenröhren können neben diesen E. noch weitere (**Gitter**) zur Steuerung der Stärke des Elektronenstromes besitzen. In Hochfrequenzkreisen können gasgefüllte Gefäße ohne E. (**Nulloden**) zur Energiesteuerung verwandt werden; das Hochfrequenzfeld erzeugt in ihnen eine Gasentladung. Bei elektrolyt. Untersuchungen sind **unpolarisierbare** E. von Bedeutung, bei denen durch Verwendung geeigneter Materialien (z. B. Zink, Zinkamalgame) zusätzliche Übergangspotentiale zwischen Metall und Elektrolyt vermieden werden.

Elektrodynamik, $\rightarrow$ Elektrizität.

elektrodynamisches Instrument, **elektrodynamisches Meßwerk**, beruht wie das $\rightarrow$ Drehspul-instrument auf der Kraftwirkung, die im elektromagnetischen Feld auf einen Stromleiter ausgeübt wird. Das Feld wird hier jedoch von einer stromdurchflossenen Feldspule hervorgerufen. Da bei Wechselstrom die Stromrichtung in der Drehspule und die Feldrichtung gleichzeitig wechseln, kann man ein e. i. als Wechsel-Strom- und Spannungsmesser benutzen. Man tut das aber, da $\rightarrow$ Dreh-eisen-instrumente einfacher sind, nur noch für Präzisionsmessungen.

Elektroendosmose, eine $\rightarrow$ elektrokinetische Erscheinung.

Elektro-Enzephalographie, auch **Elektrenze-phalographie**, das Aufzeichnen und Ausdeuten der elektr. Hirnströme, die von Schädel und Kopfhaut ableitbar sind. Das Aufnehmen des **Elektro-Enzephalogramms** (abgek. EEG) ist ein wichtiges Verfahren zur Untersuchung der Gehirmtätigkeit.

Elektroerosion, ein Verfahren zum Bearbeiten harter, schwer zerspanbarer Werkstoffe, bei dem der Werkstoff durch kurzzeitige elektr. Lichtbogen (**Lichtbogenverfahren**) oder durch period. Funkenüberschläge (**Funkenverfahren**, **Funkenerosion**) zwischen Werkzeug und Werkstück abgetragen wird. Das Werkzeug trägt die negative Form des zu er-

zeugenden Werkstückes, das in einer dielektrischen Flüssigkeit (z. B. Petroleum, Öl usw.) ruht. Beim Lichtbogenverfahren schwingt das Werkzeug mit hoher Frequenz und zündet bei jeder Werkstückberührung einen Lichtbogen. Die period. Funkenüberschläge werden dabei gesteuert durch ein → Kippgerät (Kippkreisverfahren) oder einen elektrischen → Schwingungskreis (Schwingkreisverfahren). Das Verfahren wird z. B. angewendet zur Herstellung von profilierten Bohrungen, Prägestempeln u. dgl.

Elektrofahzeug, Elektromobil, ein durch Elektromotoren angetriebenes Kraftfahrzeug, das die Energie entweder aus einer mitgeführten Akkumulatorbatterie oder aus einer Oberleitung entnimmt. Batteriegespeiste E. mit Führerstand werden als **Elektrokarren**, solche mit Führersitz als **Elektrowagen** bezeichnet. Bei Ausrüstung mit einem Motor wird die Kraft auf die Räder häufig über Kardanwelle und Ausgleichsgetriebe übertragen. Bei Verwendung mehrerer Motoren geht der Einzelradantrieb über Stirnrad- oder Schneckenübersetzungen. Tragfähigkeit bis 3 t, Ladefläche $1 \times 1,98$ bis $1,4 \times 2,72$ m. Bei **Elektroschleppern** zum Ziehen von Anhängern ist der Radstand verkürzt. Der Fahrbereich batteriebetriebener Fahrzeuge ist auf 40 bis 80 km beschränkt, der von Oberleitungsfahrzeugen (Obus) wird von der Ausdehnung des Netzes bestimmt. Vorteile: geringe Wartung, einfache Bedienung, Geräuscharm, schnelle Fahrbereitschaft; Nachteil: bei Batteriebetrieb geringe Geschwindigkeit (Elektrokarren bei Vollast etwa 12 km/h).

Elektro-Haushaltsgeräte nutzen in andere Energien umgewandelte elektr. Energie, z. B. in der Widerständen erzeugte Wärme zum Kochen, Braten (→ Kochplatte, → Tauchsieder), Bügeln (→ Bügel-eisen), oder zur Erwärmung oder Heizung (→ Heißwasserspeicher, → Heizkissen, → Heißluftdusche, → Quarzlampe), oder die Strahlung zur Beleuchtung (→ Glühlampe, → Leuchtröhre), oder das Drehmoment eines Motors zum Antrieb von → Staub-sauger, → Kühlanlage, → Geschirrspüler, → Waschmaschine, → Nähmaschine u. a. Geräten.

Elektroherd, → Kochplatte.

Elektrokardiographie, eine Methode zum Aufzeichnen der Aktionsströme des Herzens. Die erregte Herzmuskelstelle nimmt gegenüber den un-erregten eine negative elektrische Ladung an. Dabei entstehen in der Umgebung elektrische Ströme. Leitet man diese Ströme über ein Meßinstrument (z. B. Galvanometer) und überträgt sie von dort unter gleichzeitiger Zeitschreibung optisch auf einen bewegten photographischen Film oder mechanisch auf bewegtes Wachspapier (Direktschreiber), so erhält man die Differenzkurve aus der Kurve der Herz-basis und der Kurve der Herzspitze: das **Elektro-kardiogramm**, abgek. **EKG**. Mit dem EKG werden Rhythmusstörungen des Herzens, Schlagzahl, Änderungen der Reizbildungen, der Erregungsleitung und der elektr. Herzachse, Stoffwechselstörungen, Schädigungen des Herzmuskels festgestellt.

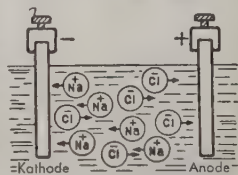
Elektrokarren, ein → Elektrofahzeug.

elektrokinetische Erscheinungen, Vorgänge, die darauf beruhen, daß an der Grenze zwischen einem festen Dielektrikum und einer nicht leitenden Flüssigkeit Ladungstrennung eintritt (elektrische Doppelschicht). Dabei wird die Substanz mit der kleineren Dielektrizitätskonstanten elektrisch negativ. Unter der Wirkung eines elektr. Feldes setzt sich dann die Flüssigkeit an der Gefäßwandung in Bewegung und kann u. U. poröse Wände oder Membranen durchdringen (**Elektroendosmose**) oder, wenn sich das feste Dielektrikum fein (kolloidal) verteilt in der Flüssigkeit befindet, wandern seine Teilchen (**Elektrophorese**, **Anaphorese**, **Kataphorese**). In einer Flüssigkeit bewegte oder fallende Körper (Kolloidteilchen, Körner aus Metall, Schwefel, Paraffin u. dgl.) erzeugen elektr. Strom (**Strömungsstrom**), eine durch eine Kapillare gepreßte Flüssigkeit ruft eine elektr. Potentialdifferenz (**Strömungspotential**) hervor.

Elektrolumineszenz, **Destriau-Effekt**, die Erscheinung, daß geeignete Kristallphosphore, z. B.

mit Kupfer aktiviertes Zinksulfid, im elektr. Feld leuchten (**DESTRIAU 1936**). Bei der **E-Zelle** befindet sich die leuchtende Substanz zwischen zwei Kondensatorplatten, von denen eine oder beide lichtdurchlässig sind (z. B. Zinkoxid). Techn. Anwendung als Schalterleuchte, für Werbezwecke u. ä.; ferner → Optron.

Elektrolyse. Werden zwei Metallplatten, die ohne gegens. Berührung in chemisch reines Wasser eintauchen, mit den Polen einer Stromquelle ver-



Elektrolyse

heißten **Elektrolyte**, **Ionenleiter**, **Leiter II. Klasse**, ebenso die leitende Lösung; der Behälter heißt **elektrolytische Zelle**.

Als Maße für die ELEKT. LEITFÄHIGKEIT benutzt man die **spezif. Leitfähigkeit**, die sich auf ein Lösungsvolumen von 1 cm Länge und 1 cm² Querschnitt bezieht, und die **Äquivalentleitfähigkeit**, bei der eine Lösungsmenge zugrunde gelegt wird, die ein Äquivalent gelösten Stoffes enthält. Das spezif. Leitvermögen einer 20%igen Lösung in Wasser beträgt bei 18°C für Kochsalz 0,196, Silbernitrat 0,087, Schwefelsäure 0,653 (maximal 0,740 bei 30%). Wird die Temperatur um 1°C erhöht, so nimmt die Leitfähigkeit um etwa 2% zu. Die Leitfähigkeit erklärt sich durch die **elektrolytische → Dissoziation** der Moleküle des aufgelösten Stoffes in Ionen. Eine Säure dissoziiert in den negativ geladenen Säurerest und eine der Wertigkeit der Säure entsprechende Anzahl positiv geladene Wasserstoffionen, z. B. $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$; $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{--}$. Ein Salz dissoziiert in den Säurerest und das Metall oder den metallähnlichen Komplex, z. B. $KNO_3 \rightarrow K^+ + NO_3^-$; $MgCl_2 \rightarrow Mg^{++} + 2Cl^-$. Eine Lauge spaltet OH^- -Ionen ab, z. B. $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$. Legt man Spannung an die Zelle, so wandern die positiv geladenen Ionen (**Kationen**) zur **Kathode**, die negativ geladenen Ionen (**Anionen**) zur **Anode** und bewirken den Ladungs-transport (**Ionenleitung**).

An STOFFL. VERÄNDERUNGEN können vorkommen: Gasentwicklung, Abscheidung oder Auflösung von Metallen, Sekundäreffekte (bei der Abscheidung eines Alkalimetalles) und Wertigkeitsänderungen von Ionen. Die an den Polen angekommenen Ionen entladen sich und scheiden sich als neutrale Atome (Moleküle) auf der Elektrode ab oder gehen mit den Lösungsmittelmolekülen neue Reaktionen ein. Befinden sich z. B. im Wasser positive **Na**- und negative **Cl**-Ionen, so scheidet sich an der Anode Chlor ab; die neutralen Natriumatome an der Kathode wirken jedoch sofort auf die Wassermoleküle nach der Gleichung $Na + H_2O \rightarrow NaOH + H$ ein: an der Kathode tritt sekundär Wasserstoff auf. Für die beim Stromdurchgang umgesetzten Stoffmengen gelten die **Faradayschen Gesetze** (1834): a) Die an jeder Elektrode umgesetzte Stoffmenge ist proportional der Stärke und Dauer des elektr. Stromes, d. h. der durchgeflossenen Elektrizitätsmenge. b) Durch die Elektrizitätsmenge 1 Faraday (1 F = 96490 Coulomb) wird ein **elektrochemisches Äquivalent** (Molekulargewicht/Wertigkeit) Stoff umgesetzt. Demnach werden durch einen Strom von 1 Ampere in einer Sekunde abgeschieden oder zersetzt: 1,118 mg Silber, 0,3294 mg Kupfer aus Kupfer(II)-salzlösung, 0,0933 mg Wasser, 0,1742 cm³ Knallgas unter Normalbedingungen.

Die ELEKTROCHEM. POTENTIALE. Die zwischen den Elektroden bei fließendem Gleichstrom auftretende Spannung setzt sich aus drei Teilen zusammen: der Spannung zwischen Anode und dem Elektrolyten (Elektroden- oder Einzelpotential, einem Span-

nungsabfall im Elektrolyten sowie der Spannung zwischen Elektrolyt und Kathode. Der zweite Teil ist dem Strom proportional. Die Potentialdifferenzen der Elektroden gegen den Elektrolyten entstehen nach NERNST dadurch, daß die Elektrode eine bestimmte Menge Ionen in die Lösung entsendet (*Lösungstendenz*) und sich dabei elektrisch auflädt. Man unterscheidet Metall- und Gaselektroden. Da das Einzelpotential einer Elektrode nicht allein gemessen werden kann, gibt man die Spannung an, die die Elektrode bei normaler Aktivität gegen eine Wasserstoffelektrode normaler Aktivität (etwa gleich der Konzentration) zeigt. So sind die *Normalpotentiale* von Kalium -2,92, Zink -0,76, Kupfer/Kupfer(III)-Ion +0,35, Silber +0,80, Chlor +1,36 Volt. – Um einen Stoff elektrochemisch zu zersetzen, muß mindestens die *Zersetzungsspannung* angewandt werden. Sie ist gleich der Differenz der Einzelpotentiale, vermehrt um eine infolge von Reaktionshemmungen auftretende *Überspannung*. Potentialdifferenzen bis zur Größe von einigen Millivolt entstehen an Stellen, wo in einer Kette zwei verschiedene Elektrolyte oder zwei Lösungen verschiedener Konzentration desselben Elektrolyten zusammenstoßen, wenn die vorkommenden Ionen verschiedene Diffusionsgeschwindigkeiten besitzen (*Diffusions- oder Flüssigkeitspotential*).

Zu den elektrolyt. Leitern gehören auch erhitzte Ionenkristalle (*feste Elektrolyte*).

Die E. hat techn. Bedeutung für die Gewinnung der Alkali- und Erdalkalimetalle sowie des Aluminiums, für die Herstellung von metall. Oberflächenschichten (→ Galvanotechnik) und für die Erzeugung elektr. Energie (→ galvanische Elemente, → Akkumulator).

Elektrolyt, → Elektrolyse.

Elektrolyt-Eisen, durch Elektrolyse abgeschiedenes Eisen mit mindestens 99,9 % Fe, ist nach Entfernung des aus der Elektrolyse stammenden Wasserstoffes durch Erwärmen des E. auf 1000°C sehr weich und gut schweißbar, hat sehr geringe Korrosionskraft und hohe Remanenz (→ Hysteresis), also große magnetische Permeabilität.

elektrolytischer Trog, ein Gerät zur Ermittlung des Verlaufs von Potentialfeldern, z. B. Kraftfeldern, elektr. Spannungsfeldern, Strömungsfeldern. Die Feldlinien werden durch den Verlauf des elektr. Stromes in einer leitenden Flüssigkeit nachgebildet; der Verlauf der Potentiallinien wird mit Sonden und Spannungsmeßgeräten abgelestet.

Elektromagnet besteht aus einem Eisenkern und einer ihn umgebenden Spule. Fließt ein Strom durch diese, so magnetisiert sich das Eisen und verstärkt in hohem Maße das Feld. Anwendung als → Lasthebemagnet und als wesentliches Organ der meisten elektr. Maschinen.

elektromagnetische Antriebe, Strahlantriebe für Luft- und Raumfahrzeuge, in denen ein Plas-

mastrahl erzeugt und durch elektromagnet. Kräfte hoch beschleunigt wird. Mittel zur Plasmaerzeugung sind Lichtbögen und Funkenentladungen, zur Beschleunigung benutzt man neben der Expansion durch Erhitzung magnetische Kompression und elektromagnet. oder rein magnetische Felder. Der techn. Reife e. A. stehen noch eine Reihe von Schwierigkeiten entgegen.

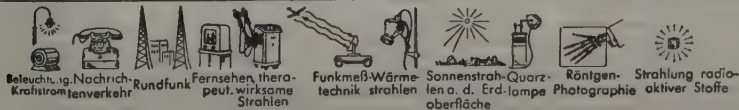
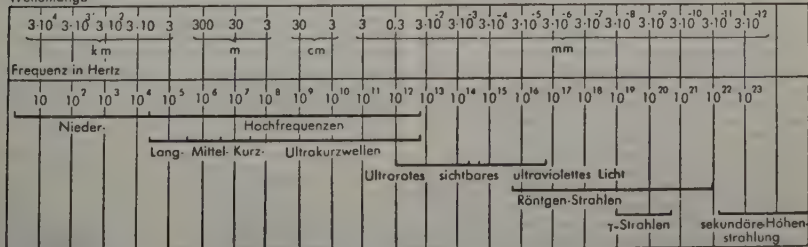
elektromagnetische Pumpe, elektrische Maschine zur Förderung flüssiger Metalle, z. B. Kalium- und Natriumlegierungen in Kernreaktoren. Die treibende Kraft entsteht durch das Zusammenwirken eines im flüssigen Metall fließenden Stromes mit einem starken Magnetfeld, dessen Kraftlinien quer zum Strom gerichtet sind. Praktisch wird die Metallschmelze in einem Stahlrohr durch ein Magnetfeld geführt und zugleich vom Erregerstrom dieses Feldes durchflossen. Förderleistung z. B. 1500 l/min.

elektromagnetische Schwingungen, *elektromagnetische Wellen*, periodische Zustandsänderungen (Störungen) des elektromagnet. Feldes (→ Elektrizität), die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. Ihre Existenz wurde von MAXWELL (1862) theoretisch begründet; HERTZ erzeugte und untersuchte als erster (1888) schnelle e.S. im Experiment, die MARCONI 1896 zur Nachrichtenübermittlung anwandte. Diese Wellen verhalten sich hinsichtlich Reflexion, Brechung, Beugung (Interferenz) und Polarisation genau so wie die Lichtwellen; sie lassen also den Schluß zu, daß die Lichtwellen ebenfalls elektromagnet. Wellen (sehr kurzer Wellenlänge) sind (MAXWELL). Tatsächlich sind sowohl das sichtbare Licht wie die elektromagnet. Wellen der Nachrichtentechnik (z. B. Rundfunk) nur zwei begrenzte Gruppen aus der gesamten Skala (dem *Spektrum*) der e.S., der auch die *Gammastrahlen*, *Röntgenstrahlen*, *Wärmestrahlen* angehören. Alle diese Gruppen unterscheiden sich voneinander nur durch die Wellenlänge (λ) oder die Frequenz (f). λ und f sind durch die Formel $\lambda f = c$ (c = Lichtgeschwindigkeit) miteinander verknüpft. Gesamtspektrum der elektromagnet. Wellen mit zugehörigen Frequenzen (Wellenlängen) vgl. BILD 1.

Nach der Art der prakt. Erzeugung lassen sich die e.S. in 2 große Klassen einteilen. Zur einen Klasse gehört alles → Licht im weiteren Sinne, von den ultraroten Wärmestrahlen bis zu den härtesten γ -Strahlen. Sie entstehen im molekularen oder atomaren Geschehen durch Beschleunigung und Verzögerung elektr. Ladungen, z. B. Elektronenschwingungen im Atom oder Molekül (→ Atom, → Quantentheorie). Die zweite Klasse bilden die *elektrischen Schwingungen* im engeren Sinne von den kürzesten Millimeterwellen bis zum techn. Wechselstrom. Beide Klassen überlappen sich im Gebiet der langwelligsten Wärmestrahlen.

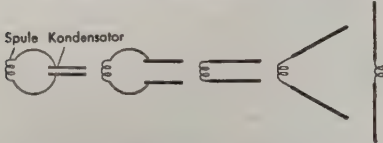
Die techn. Geräte mit denen elektr. Wellen er-

Wellenlänge



elektromagnetische Schwingungen 1

zeugt werden, enthalten zwei wesentliche Bestandteile: 1. ein schwingungsfähiges Gebilde und 2. ein Schaltorgan, das elektrostatisch Energie (Gleichspannung) in Schwingungsenergie umsetzt. Eine Ausnahme bilden die Wechselstromgeneratoren und Hochfrequenzmaschinen, die unmittelbar mechan. Energie in elektr. Schwingungen von im allgemeinen etwa 50 Hz bis maximal 50 kHz umwandeln (FESSENDEN, ALEXANDERSON um 1905). Das schwingungsfähige Gebilde ist im einfachsten Fall ein *Thomsonscher Schwingungskreis*, bestehend aus einem Kondensator (Kapazität C) und einer Spule (Selbstinduktion L). Wird der aufgeladene Kondensator über die Spule entladen, so entstehen gedämpfte elektr. Schwingungen mit der Frequenz $f = 1/(2\pi\sqrt{LC})$. Der Entladungstrom erzeugt in der Spule ein Magnetfeld ($\rightarrow$ Elektrizität); die Selbstinduktion bewirkt nun, daß der Entladungstrom nicht aufhört,



elektromagnetische Schwingungen 2: Übergang vom geschlossenen („Thomsonschen“) Schwingungskreis (links) zum offenen elektr. Dipol (rechts).

sobald der Kondensator entladen ist, sondern weiterfließt ($\rightarrow$ Induktion) und den Kondensator entgegengesetzt auflädt, bis die magnet. Energie verbraucht ist und die elektr. Energie im Kondensator ein Maximum erreicht. Dann wiederholt sich der Vorgang in umgekehrter Richtung. Da es praktisch nicht möglich ist, vollkommen verlustfreie Schwingungskreise zu bauen, treten immer mehr oder weniger gedämpfte Schwingungen auf. Man kann jedoch ungedämpfte Schwingungen dadurch erzeugen, daß man nachgelieferte Gleichstromenergie kontinuierlich in Schwingungsenergie umwandelt. Das erreicht man mit einem Röhrensender, bei dem die Schwingung des Kreises den Anodenstrom einer $\rightarrow$ Elektronenröhre über deren Gitter steuert. Bei kleinen Wellenlängen ($\lambda < 1$ m) muß man zu anderen Formen der Schwingungskreise übergehen ($\rightarrow$ Lechersystem, $\rightarrow$ Hohlraumresonator, $\rightarrow$ Magnetron, $\rightarrow$ Klystron, $\rightarrow$ Lauffeldröhre). Jeder Schwingungskreis, der nicht allseitig abgeschirmt ist, strahlt Energie in den Raum ab. Wenn man diese Abstrahlung begünstigen will, muß man dem Leiter eine besondere Form geben (offener Schwingungskreis, BILD 2), $\rightarrow$ Antenne. Zum Empfang der elektromagnet. Wellen ist ebenfalls eine Antenne erforderlich. **elektromagnetisches Feld**, $\rightarrow$ Elektrizität, $\rightarrow$ Feld.

Elektromagnetismus, die Gesamtheit der Erscheinungen der $\rightarrow$ Elektrizität und des $\rightarrow$ Magnetismus mit ihren wechselseitigen Verknüpfungen; im engeren Sinne auch der technisch mit Hilfe von elektr. Strömen erzeugte Magnetismus.

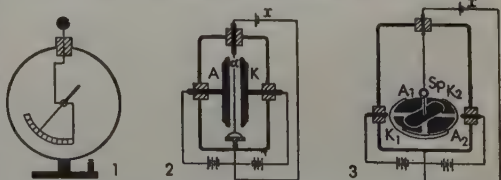
Elektromedizin, im engeren Sinn: künstliche Durchströmung von Körperpartien mit elektr. Strömen verschiedener Frequenz (Therapie) und Messung der zwischen verschied. Körperstellen auftretenden elektr. Potentialdifferenzen (Diagnostik, $\rightarrow$ Elektrokardiographie, $\rightarrow$ Elektro-Enzephalographie). Verfahren: 1) Verwendung konstanter Gleichströme (*Galvanisation*), vorwiegend zur Nervenreizung und zur Gewebszerstörung durch $\rightarrow$ Elektrolyse, sowie in *elektrolyt. Bädern*. 2) Periodisch wiederkehrende oder einzelne *Gleichstromimpulse* dienen der Prüfung und der Wiedererweckung gestörter Nervenleitfähigkeit. 3) *Faradisation*, die Anwendung von Reizströmen, die aus einem meist nicht genauer definierten Gemisch von Wechselströmen verschiedener (hauptsächl. niedriger) Frequenz und

Amplitude bestehen. 4) *Galvano-Faradisation*, die Verbindung von 1) mit 3). 5) *Diatthermie* (wegen der meist verwendeten Wellenlänge von etwa 7 m auch *Ultraschalltherapie* genannt), erzeugt mit großen Elektroden Joulesche Wärme, die beim Durchfließen von Hochfrequenzströmen durch Körperpartien entsteht. 6) (Hochfrequenz-) *Elektrochirurgie*: Verwendet man eine große („inaktive“) Elektrode und eine kleine, z. B. in Form einer Stahlschlinge oder -kugel, dann erhält man eine konzentrierte, sehr starke Hitzeentwicklung, mit der man Gewebestücke ohne Auftreten einer Blutung herausstrennen (*Elektrotomie*) oder z. B. auch zum Gerinnen bringen (koagulieren) kann. 7) Hochfrequenzgeräte werden auch zum Aufsuchen metallischer Fremdkörper benutzt. 8) Läßt man sehr rasche Elektronen unmittelbar auf Gewebestücke auftreffen, dann werden, vorwiegend im Inneren dieser Stücke, $\rightarrow$ Röntgenstrahlen erzeugt, die gleich an Ort und Stelle der Bekämpfung schädlicher Geschwülste dienen.

Im weiteren Sinn gehört zur E.: die *Glühkaustik*, bei der man Platinschlingen verwendet, die durch Wechselstrom hoher Stromstärke zum Glühen gebracht sind, Anwendung vorwiegend für Kosmetik; in zunehmendem Maße durch die *Kaltkaustik*, ein zu 6) gehörendes Verfahren, verdrängt. Ferner sind ein großer Teil aller modernen medizin. Geräte, wie Röntgenapparate, Ultraschallgeräte, Ultraschall, Ultraviolettrahler, Beleuchtungs- und Lichttheilrichtungen, elektromedizin. Geräte im weiteren Sinn.

Elektrometallurgie, die Gewinnung von Metallen und Legierungen aus Erzen oder Zwischen-erzeugnissen auf elektrolyt. ($\rightarrow$ Elektrolyse) und elektrotherm. Wege. Bei der *Naßelektrolyse* werden die Rohstoffe zunächst in eine wasserlösliche Form (Metallsalze) übergeführt. Das Salz wird dann unter Zusatz von Säure gelöst und der Elektrolyse unterworfen, wobei die Anode unlöslich sein muß (meist Blei); das Metall scheidet sich in reiner Form an der Kathode ab. Bei der Refinement von unreinem Rohmetall wird dieses zu Anodenplatten vergossen, die sich anodisch lösen und unter Einhalten genauer Bedingungen die Abscheidung reinen Metalls an der Kathode ermöglichen. Bei der *Schmelzelektrolyse* wird eine rein hergestellte Metallverbindung mit Salzen durch elektr. Strom geschmolzen; aus dem so gebildeten wasserfreien Elektrolyt wird das Metall durch den Strom an der Kathode abgeschieden. – Die *elektrotherm. Verfahren* umfassen die Erzeugung von Metallen und Legierungen sowie das Umschmelzen, Raffinieren und Legieren im Elektroofen.

Elektrometer, Geräte zum Feststellen von elektr. Spannungen und ihrer relativen Größe, beruhen auf der zwischen Trägern elektr. Ladungen auftretenden Kraft. Diese strebt entweder Annäherung der Ladungsträger oder Vergrößerung der Flächen an. Die erste Wirkung wird bei Bauformen ausgenutzt, bei denen die Ladungsträger meist leichte, hängende Metallkörper sind, wie z. B. beim einfachen *Braun-schen E.* oder beim *Saiten-E.* Bei ihm ist ein feiner Platindraht zwischen zwei Schneiden ausgespannt, dessen Bewegung im Mikroskop beobachtet oder durch einen Projektor auf einen schnelllaufenden Film projiziert wird; zwischen den Schneiden liegt eine elektr. Hilfsspannung. Die zweite Wirkung nutzt man beim *Quadranten-E.* aus. Je vier Qua-

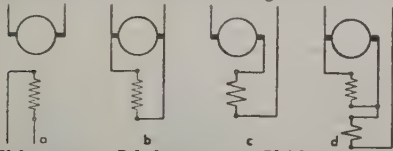


Elektrometer: 1 Braun-sches Elektrometer, 2 Saitenelektrometer, 3 Quadrantenelektrometer. A, K Schneiden, x Hilfsbatterie, α Platindraht, A₁, A₂, K₁, K₂ Quadrantsegmente, Sp Spiegel.

drantsegmente aus Metallblech sind in zwei Ebenen mit geringem Abstand so gelagert, daß jeweils die übereinander und einander gegenüberliegenden verbunden, aber gegen die vier anderen außerordentlich hoch isoliert sind (10^{14} und mehr Ω). Zwischen beiden Quadrantenebenen ist drehbar die Nadel an einem Bändchen aufgehängt, das einen Spiegel für Fernrohrablesung oder Lichtmarkenanzeige trägt. Auch beim Quadranten-E. wird die Empfindlichkeit durch eine Hilfsspannung erhöht. – *Elektrostat. Spannungsmesser* sind in Volt geeicht, die alten, nur eine Ladung anzeigenden, heißen *Elektroskope*.

Elektrometrie, elektrometrische $\rightarrow$ Maßanalyse, bei der das Reaktionsende auf physikochem. Wege bestimmt wird. Man mißt die Änderung des Potentials während eines Reaktionsablaufes.

Elektromotor, Maschine zur Umwandlung von elektrischer in mechanische Energie. Grundsätzlich unterscheidet man Gleichstrom- und Wechselstrommotoren. Die wichtigsten Teile eines *Gleichstrommotors* sind $\rightarrow$ Anker und Feldmagnete. Der Anker



Elektromotor: Schaltungen von Gleichstrommaschinen; a Gleichstrommotor mit Fremderregung, b Nebenschlußmaschine, c Hauptschlußmaschine, d Doppelschlußmaschine.

ist ein in bestimmter Weise mit Draht bewickelter Eisenkern; die *Feldmagnete* sind am inneren Umfang des Gehäuses (Ständer) angebrachte Elektromagnete, die ein ruhendes Magnetfeld erzeugen. Fließt in der Ankerwicklung ein Strom, so erzeugt er durch Wechselwirkung mit dem Magnetfeld ein Drehmoment. Die Drehrichtung gibt die Rechte $\rightarrow$ Handregel an. Der Strom wird dem Anker durch Bürsten (kleine Kohlestücke, die auf dem Kollektor schleifen) zugeführt. Der *Kollektor* ist ein in isolierte Segmente zerlegter Metallzylinder auf der Ankerwelle; an je zwei Segmente ist eine isolierte Wicklung angeschlossen. Der Kollektor bewirkt durch ständiges Umschalten des Stroms auf die günstigste Wicklung eine gleichmäßige Ankerdrehung. Je nachdem, ob Anker- und Feldwicklung in Reihe oder parallel geschaltet sind, bezeichnet man den Gleichstrommotor als *Hauptschluß-* (Reihenschluß-) oder als *Nebenschlußmotor*. Der *Hauptschlußmotor* weist ein sehr gutes Anzugsmoment auf, läßt aber in der Umdrehungszahl bei Belastung nach. Der *Nebenschlußmotor* hat, auch wenn die Belastung schwankt, ziemlich gleichbleibende Drehzahl. Hohes Anzugsmoment und gleichbleibende Drehzahl vereint findet man im *Doppelschlußmotor* mit Hauptschluß- und Nebenschluß-Feldwicklung. Die Drehrichtung wird beim Gleichstrommotor nicht umgekehrt durch Umpolen der Spannung, sondern durch Umpolen der Anker- oder der Feldwicklung allein. Über den Antrieb drehzahl geregelter Gleichstrommotoren $\rightarrow$ *Semiduktorantrieb*. – Beim *Wechsel- und Drehstrommotor* wird der Anker (Läufer) als drehbarer Teil in dem feststehenden Ständer dadurch bewegt, daß (z. B. beim *Käfiganker- oder Kurzschlußläufermotor*) das im Ständer erzeugte Drehfeld in der einzigen kurzgeschlossenen Wicklung des Läufers einen Strom induziert ($\rightarrow$ Induktion), der wiederum in Wechselwirkung mit dem Drehfeld ein Drehmoment erzeugt (*Induktionsmotor*). Die Umdrehungszahl des Läufers ist etwas geringer als die des Drehfelds („*Slupf*“), elektromagnet. Trägheitswirkung; deshalb nennt man den Motor auch *Asynchronmotor*. Kurzschlußläufermotoren können bis zu einer bestimmten Größe über einen Hebelschalter oder einen $\rightarrow$ Stern-Dreieck-Schalter direkt ans Netz gelegt werden. Größere Motoren sind vielfach als *Schleifringläufer* ausgebildet. Sie werden über einen in den Ständer- oder Läuferstromkreis geschalteten $\rightarrow$ Anlasser ans Netz

gelegt, wobei die Ständer- (Läufer-) Wicklung über Schleifringe mit dem Widerstand des Anlassers verbunden ist. Während des Betriebs sind die Anlaufwiderstände kurzgeschlossen, weswegen Kurzschluß- und Schleifringläufer in ihrer Wirkungsweise übereinstimmen. Bei Induktionsmotoren für Wechselstrom wird das zum Anlassen erforderl. Drehfeld durch Schaltmaßnahmen erzeugt. – Weitere Arten von Wechselstrom- und Drehstrommotoren sind *Synchronmotoren* ($\rightarrow$ Synchronmaschine) und *Kommutator- oder Stromwendermotoren* (Reihenschlußmotor, Nebenschlußmotor, Repulsionsmotor). Bei der letzteren Art ist eine weitgehende Drehzahlregelung erreichbar. Der Einphasen-Reihenschlußmotor findet als Bahnmotor bei elektr. Lokomotiven Verwendung. Der *Reluktanzmotor* hat Polansätze im Läufer. Eine Erregerwicklung ist nicht vorhanden. Der Reluktanzmotor läuft asynchron an und geht dann selbsttätig in synchronen Lauf über. Anwendung z. B. als Antrieb von Synchronuhren. Ein raumparender, vollständig geschlossener E. ist der *Trommelmotor*, eine Sonderbauform eines elektr. Getriebemotors, der bes. zum Antrieb von Förderbändern dient. – *Universal- oder Allstrommotoren*, E., die sowohl mit Gleichstrom wie mit (einphas.) Wechselstrom betrieben werden können, sind im Prinzip Gleichstrom-Hauptschlußmotoren. Infolge der auftretenden Hysteresisverluste ist der Betrieb bei Wechselstrom wenig wirtschaftlich, weshalb Universalmotoren nur bei Kleingeräten (z. B. Staubsaugern, Nähmaschinen usw.) Anwendung finden.

W. SCHUISKY: E. (1951); R. WESSEL: E. in der Praxis (1953).

elektromotorische Kraft, abgek. *EMK*, die durch magnetische, elektrostatische oder elektrochemische Vorgänge hervorgerufene Spannung.

Elektromyograph, Gerät zur Messung von Muskelströmen.

Elektron, 1) elektrisch negativ geladenes leichtes $\rightarrow$ Elementarteilchen. Physikal. Eigenschaften: Ruhmasse $m_0 = 9,035 \cdot 10^{-28}$ g; Ladung $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Coulomb (*Elementarladung*); Spin $\frac{1}{2} h$ ($h = h/2\pi$, h = Plancksche Konstante); magnet. Moment $\mu = 3,1 \cdot 10^{-24}$ Coulomb $\cdot$ m ($\approx$ Bohrsches Magneton).

E. sind die elementaren Bausteine der E.-Hüllen der Atome. Jedes neutrale Atom eines Elements enthält so viele E., wie dessen Ordnungszahl angibt. In der E.-Hülle ordnen sich die E. in einzelnen Schalen an, $\rightarrow$ Atom. Im Molekülverband ist eine Zuordnung der einzelnen E. zu den Atomen nicht mehr möglich, da sie ständig untereinander ausgetauscht werden. Diese Austauschprozesse sind die Ursache für die verschiedenen Arten chem. $\rightarrow$ Bindung. Die Bindung eines einzelnen E. an einen positiv geladenen Atomkern erfolgt in diskreten, scharf voneinander getrennten Zuständen, denen feste Energiewerte (Terme) zugeordnet sind. Bei Atomen mit mehreren E. und bei Molekülen kann man den E.-Hüllen im ganzen feste Terme zuordnen. Bei den Kristallen stehen den E. breite Energiebereiche für ihre Zustände zur Verfügung, in denen sie sich aufhalten können (*Energiebänder*, $\rightarrow$ Festkörper). Bei höheren Temperaturen treten E. spontan aus Metallen aus (*Glühemission*, $\rightarrow$ Emission). Nach der *Elektronengastheorie* der Metalle können die Leitungs-E. wie ein in das Metall eingeschlossenes *Elektronengas* betrachtet werden. Wird den E. Energie zugeführt, so können sie aus der Metalloberfläche austreten. Die Energie muß dabei mindestens die Höhe der $\rightarrow$ Austrittsarbeit erreichen. Auch bei Bestrahlung mit kurzwelligem Licht oder Röntgenstrahlen geben die Metalle E. ab (*Photoemission*, $\rightarrow$ lichtelektrischer Effekt, $\rightarrow$ Photozelle). Durch Anlegen starker elektr. Felder lassen sich E. aus Metallen direkt herausziehen (*Feldemission*). Bei E.-Beschuß erhält man *Sekundäremission* von E. Strahlen bewegter E. (*E.-Strahlen*) werden auch als $\rightarrow$ Betastrahlen von den Atomkernen radioaktiver Elemente ausgesandt. Sehr energiereiche E.-Strahlen erhält man auf induktivem Wege in einem zeitlich veränderl. elektromagnet. Feld, z. B. in der $\rightarrow$ Elektronenbeschleuniger.

Ein E.-Gas im freien Raum verhält sich in vieler

Elektronenaustauscher – Elektronengeräte

Hinsicht ähnlich wie ein gewöhnl. Gas. In ihm müssen sich zur Kompensation der negativen E.-Ladungen gleich viele positive Elementarladungen befinden, die an Ionen gebunden sind (Trägermedium). Das E.-Gas kann wie ein gewöhnl. Gas strömen, entwickelt einen Druck und besitzt eine Temperatur, die jedoch von der Temperatur des Trägermediums verschieden sein kann. Ionen und E. zusammen bilden ein Plasma. Für die Geschwindigkeitsverteilung der E. gilt die $\rightarrow$ Fermi-Dirac-Statistik.

Vom Standpunkt der KLASSISCHEN PHYSIK aus verkörpert das E. die Übertragung des atomist. Prinzips auf die Elektrizität. Die *Lorentzsche Elektronentheorie* (LORENTZ 1895) stellte sich die E. als kleine Körper vor, die – unter strenger Wahrung des Nahwirkungs-Prinzips – vermöge ihrer Ladung mit dem an ihrem Ort bestehenden elektromagnet. Feld in Wechselwirkung stehen. Der *klassische E.-Radius* kann nach folgender Überlegung geschätzt werden: Das elektr. Feld in der Umgebung eines E. enthält Energie, wegen der Einsteinschen Energie-Masse-Beziehung also auch Masse; diese sollte (höchstens) gleich der Masse m des E. sein. Stellt man sich ganz roh das E. als eine an der Oberfläche mit der Ladung e beladene Kugel vom Radius r vor, so hat man danach $e^2/2r = mc^2$ mit $c =$ Lichtgeschwindigkeit; das ergibt $r \approx 2 \cdot 10^{-15}$ cm ($\rightarrow$ Elementarlänge).

Die Entwicklung der QUANTENTHEORIE hat dieses klass. Bild des E. grundlegend verändert. E. verhalten sich, sofern man ausgedehnte Raum- und Zeitbereiche berücksichtigt, wie Wellen (E.-Wellen), mit den bekannten Eigenschaften der Brechung, Beugung (E.-Beugung) und Interferenz (E.-Interferenz), $\rightarrow$ Materiewellen. Als *Elementarteilchen* gehört das E. zu den leichten Teilchen (Leptonen) und ist selbst nicht unveränderlich, sondern kann unter Wahrung der Erhaltungssätze erzeugt und vernichtet werden. Solche $\rightarrow$ Elementarprozesse werden von der *Quantenfeldtheorie*, speziell der *Quantenelektrodynamik*, erfährt. Auch sie erklärt jedoch nicht die fundamentalen Eigenschaften des E. wie Masse und Ladung. Es ist bisher noch nicht gelungen, diese Eigenschaften aus allgemeineren theoret. Ansätzen abzuleiten.

2) eine Magnesiumlegierung mit 10–3% Al.

Elektronenaustauscher, Kunstharze oder Ionenaustauscher, in deren Molekülgerüst eine chem. Gruppe eingebaut ist, die leicht Elektronen abgibt und wieder aufnimmt und dadurch oxydierend oder reduzierend wirkt (Redoxsystem). *Redoxite* sind Harze mit Thiazinfarbstoff oder Methylenblau als Redoxsystem, *Redox-Ionenaustauscher* enthalten Redoxsysteme oder auch organ. Gruppen wie Methylviolett oder Anthrachinon. Man verwendet E. zur Entfernung von Sauerstoff aus Wasser (Kesselspeisewasser), von Peroxiden aus Lösungsmitteln u. dgl.

Elektronenbeugungsröhre, $\rightarrow$ Elektronenmikroskop.

Elektronenblitz, $\rightarrow$ Blitzlicht.

Elektronenackel, Gerät zur Erzeugung sehr hoher Temperaturen. Durch den Zwischenraum zwischen zwei konzent. Metallrohren wird ein mehratomiges Gas geblasen. Das Innenrohr ist verschlossen und wassergekühlt; an das Außenrohr ist ein Hohlleiter angeschlossen, der ihm Hochfrequenzenergie eines Zentimeterwellen-Magnetrons zuführt. Durch Berühren der Innenrohrspitze mit einem kurzen Draht entsteht im austretenden Gastrom eine hellleuchtende Gasentladung. In ihr werden die Gasmoleküle in Atome aufgespalten, die sich beim Auftreffen auf einen Gegenstand wieder zu Molekülen vereinigen und dabei durch die freier werdende Energie Temperaturen bis über 3000°C erzeugen.

Elektronenfernrohr, $\rightarrow$ Elektronengeräte.

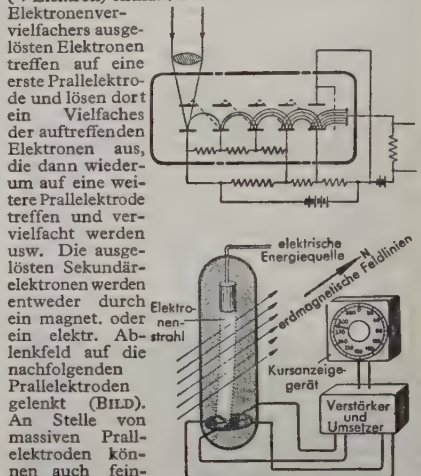
Elektronengas, $\rightarrow$ Elektron. *Elektronengastheorie*, $\rightarrow$ Festkörper.

Elektronengehirn, $\rightarrow$ elektronische Rechengenäte.

Elektronengeräte (hierzu TAFEL), allgemein alle Geräte, die Elektronen als Stromträger, Schaltelemente, zur Aufzeichnung eines Vorgangs oder zur

Erzeugung eines Bildes benutzen; im engeren Sinne Geräte, in denen Elektronenstrahlen mit elektronenopt. Hilfsmitteln beeinflusst werden.

INTENSITÄTSGERÄTE sind z. B. $\rightarrow$ Photozelle, $\rightarrow$ Elektronenröhre als Verstärker, Gleichrichter und Sender und *Elektronenvervielfacher*. Dieser ist eine Verstärkerröhre für kleine Photoströme, die außer der Photokathode mehrere Elektroden (Pallelektroden) mit hohem Sekundäremissionsvermögen ($\rightarrow$ Elektron) enthält. Die von der Photokathode des



Elektronengeräte: oben Elektronenvervielfacher; unten Elektronenkompaß (nach „Elektron“).

Elektronenvervielfacher von 4–5 je Stufe läßt sich ein Verstärkungsfaktor von 10^4 – 10^5 erreichen. Elektronenvervielfacher benutzt insbes. die Fernseh-technik bei den Bildaufnahmegeräten.

STRAHLGERÄTE sind z. B. $\rightarrow$ Elektronenschleuder, $\rightarrow$ Braunsche Röhre (Fernsehröhre), *Elektronenbeugungsröhre* ($\rightarrow$ Elektronenmikroskop) und *Elektronenstrahlenschalter*, ein trägheitslos wirkender Schalter bes. für sehr kurzzeitige Schaltvorgänge. Bei ihm tritt an die Stelle der metall. Schaltbrücke ein Elektronenstrahl. Eine Braunsche Röhre enthält an Stelle des Leuchtschirms metallische Kontaktpfättchen, auf die der Elektronenstrahl wahlweise gelenkt werden kann. Ein Strahlgerät ist auch der *Elektronenkompaß*, eine vertikal gestellte Braunsche Röhre ohne Ablenkensystem, bei der die Ablenkung des Elektronenstrahls durch das magnet. Feld der Erde zur Richtungsanzeige ausgenutzt wird. Bei einer amerikanischen als Fernkompaß ausgebildeten Konstruktion, dem *Kathodol*, fällt ein breiter Elektronenstrahl auf vier voneinander isolierte metallische Kreissektoren, die je nach der Strahlableitung verschiedene große Teilströme aufnehmen. Der elektr. Strom entsprechend umgesetzte resultierende Strom kann als Kompaßkurs an einer entfernten Stelle abgelesen werden. – Das Strahlzeugungssystem für starke Elektronenstrahlen nennt man auch *Elektronenkanone*. – Die *Elektronenuhr* ist eine als Zeitmeßgerät geschaltete Braunsche Röhre, mit der Zeitdifferenzen von einigen Mikro- bis zu einigen Millisekunden gemessen werden können. Sie entspricht einer Stoppuhr, bei der der Uhrzeiger durch den Elektronenstrahl einer Braunschen Röhre ersetzt ist; unter dem Einfluß geeigneter Ablenkfelder schreibt der Strahl auf dem Leuchtschirm einen leuchtenden Kreis oder einen geraden Strich, auf dem durch Auslenkimpulse die zu messende Zeitdifferenz markiert wird. Verwendung zur Laufzeitmessung von Ultrakurzwellen ($\rightarrow$ Funkmeßtechnik).

ABBILDUNGSGERÄTE sind z. B. → *Bildwandler* und → *Elektronenmikroskope*. In der Astronomie wird das *Elektronenfernrohr*, genauer *Elektronen Spiegelteleskop*, benutzt, ein Spiegelteleskop, in dem das vom Hohlspiegel entworfene Bild auf die Photokathode eines Bildwandlers fällt, dessen Elektronenbild unmittelbar auf einer Photoplatte geworfen wird. Es läßt sich so mit verhältnismäßig kleinen Spiegeln die Lichtstärke, jedoch nicht die Auflösung der größten Spiegelteleskope erreichen.

Elektronische Geräte sind alle Geräte, in denen Elektronenröhren und andere E. als schaltende, steuernde und anzeigende Bauelemente für die automatische Steuerung, Zählung, Überwachung, Regelung technischer Vorgänge und zur Bild- und Tonübertragung (Fernseh- und Rundfunkgeräte) benutzt werden, → elektronische Rechengeralte.

H. G. MENDE: Elektronik und was dahinter steckt (1962); H. RICHTER: Elektronik, Technik der Zukunft (1960).

Elektronenkanone, → Elektronengeräte.

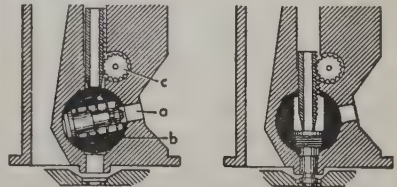
Elektronenkompaß, → Elektronenkompaß.

Elektronenlinse, → Elektronenoptik.

Elektronenmikroskop (TAFEL Mikroskopie) beruht auf der → Elektronenoptik, nach der Elektronenlinsen durch kurze rotationssymmetrische, elektrische oder magnetische Felder dargestellt werden können. Je nach der Verwendung von elektr. oder von magnet. Linsenfeldern unterscheidet man zwischen *elektrischen* und *magnetischen E.* Auf elektronenopt. Weg läßt sich sowohl ein vergrößertes Bild einer elektronenemittierenden Fläche (→ Emissionsmikroskop) als auch ein vergrößertes Bild eines von Elektronen durchstrahlten Objekts erzeugen. *Rastermikroskope* besitzen eine Einrichtung, mit der das Objekt durch eine Elektronensonde abgetastet wird. Das *Elektronen-Durchstrahlungsmikroskop* hat die weitaus größte Bedeutung, da es ähnlich wie das Lichtmikroskop zur Erforschung von feinen Strukturen eingesetzt werden kann.

Der Strahlengang des *Elektronen-Übermikroskops* gleicht dem eines Projektions-Lichtmikroskops (BILD). Die Beleuchtungsquelle wird von einem haarnadelförmig gebogenen Wolframdraht gebildet, der beim Glühen Elektronen emittiert. Diese werden auf 40 bis 100 kV beschleunigt und durchstrahlen nach Fokussierung durch eine Elektronenlinse (*Kondensor*) das sehr dünne Präparat. Eine dahinter angeordnete Elektronenlinse, das *Objektiv*, entwirft ein 50–100fach vergrößertes reelles Elektronenbild, das *Zwischenbild*. Von diesem wird ein kleiner zentraler Ausschnitt durch eine zweite Elektronenlinse, das *Projektiv*, stark weitervergrößert auf einen Leuchtschirm geworfen, der mit einem ver-

größerten Einblickmikroskop beobachtet werden kann. Die Scharfeinstellung des Bildes wird entweder durch mechan. Veränderung des Objektstandes oder durch elektr. Variation der Objektbrennweite vorgenommen, was bei elektr. Linsen durch Änderung des Potentials der Mittelelektrode, bei magnet. durch Änderung des Linsestromes geschieht. Zum *Photographieren* des Elektronenbildes wird der Leuchtschirm kurzzeitig weggeklappt, so daß das Elektronenbild auf eine darunterliegende Photoplatte fällt. Für sehr hohe Vergrößerungen benutzt man auch eine dreistufige Abbildung mit zwei hintereinander angeordneten Projektiven. – Mit dem E. lassen sich bis über 100000fache Vergrößerungen erzielen. Die Bildauflösung ist mit 1 bis 2 Milliontel Millimeter 100mal besser als die des Lichtmikroskops.



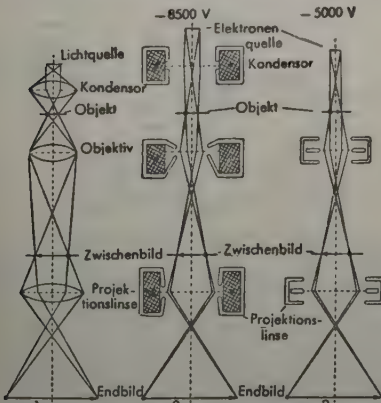
Elektronenmikroskop: Objektschleuse; links kurz nach dem Einschleiben der Objektpatrone durch die Öffnung a; rechts nach dem Schließen durch Drehung des Kükens b und Vorschub der Patrone mit dem Trieb c zu den Polschuhen des Objektivs. (Nach Rühle, Das Elektronenmikroskop)

Da Elektronenstrahlen im Vakuum verlaufen müssen, sind E. als metallene Vakuumröhren ausgebildet und mit einer Hochvakuumpumpe (→ Diffusionspumpe) verbunden. Einblickfenster gestatten die Beobachtung des Zwischen- und Endbild-Leuchtschirms. Objekt, Photoplatte und -filme werden meist durch *Schleusen* ein- und ausgebracht. Die für die Elektronenbeschleunigung und bei elektr. E. für die Linsen erforderl. Hochspannung wird von einem Hochspannungsgesät für 50–100 kV geliefert, das bei manchen E. mit in das Kastenstativ des E. eingebaut ist. Ein magnet. E. erfordert noch eine Stromquelle für seine Linsen.

Beim *Elektronenschattenmikroskop* nach BOERSCH wird das Bild eines Gegenstandes durch eine sehr feine Elektronenquelle mit reiner Schattenprojektion auf einen Leuchtschirm oder eine Photoplatte geworfen. Mit Hilfe von Elektronenlinsen wird ein stark verkleinertes Bild ($\frac{1}{100\,000}$ mm) einer Elektronenstrahlenquelle erzeugt, hinter dem das Objekt angeordnet ist. Zwischen Objekt und Leuchtschirm befindet sich hier keine Elektronenlinse. Die Bildvergrößerung wird um so größer, je näher das Objekt an die verkleinerte Elektronenquelle herangebracht wird. Andererseits treten mit Annäherung des Objekts an die verkleinerte Elektronenquelle starke Bildverzerrungen auf.

Durch Weglassen aller Elektronenlinsen wird das E. zur einfachen *Elektronenbeugungsröhre*, einer Hochvakuumröhre, die ein Elektronenstrahl-Erzeugungssystem, einen schwenk- und kippbaren Präparathalter, einen Leuchtschirm und eine Photographier-Einrichtung enthält. Das bei der Bestrahlung des Objekts durch Elektroneninterferenzen entstehende Beugungsbild wird auf dem 30–50 cm hinter dem Präparat angeordneten Leuchtschirm beobachtet.

ELEKTRONENMIKROSKOPIE. Wegen der geringen Massendurchdringungsfähigkeit der Elektronen lassen sich im Durchstrahlungs-E. nur sehr kleine oder sehr dünne (unter $\frac{1}{10\,000}$ – $\frac{1}{10\,000}$ mm dicke) Objekte untersuchen. Es können nur *Trockenpräparate* untersucht werden. Als Objektträger dienen $\frac{1}{100\,000}$ bis $\frac{1}{100\,000}$ mm dicke Häutchen aus Lack oder einem anderen Material, mit dem eine metallene Trägerblende überzogen wird. Fein zerteilte Stoffe, wie Staube, werden entweder trocken aufgestäubt oder



Elektronenmikroskop: 1 Strahlengang im gewöhnlichen Lichtmikroskop, 2 im magnetischen, 3 im elektrischen Elektronenmikroskop.

aus einer Objektsuspension aufgetrocknet. Im E. lassen sich auch Dünnschnitte abbilden, die mit Spezial-Mikrotomen mit einer Dicke unter $\frac{1}{100000}$ mm hergestellt werden können. Eine Oberflächenabbildung gelingt mit dem Abdruckverfahren nach MAHL: die Oberfläche wird zuerst mit einer sehr dünnen Haut überzogen, die nach dem Ablösen das Oberflächenrelief eingepreßt enthält. Der durchstrahlte Abdruckfilm aus Lack oder Oxidhaut liefert im E. ein plastisches Bild vom Oberflächenrelief. Durch eine schräge Bedampfung im Hochvakuum mit einem Schwermetall, wie Platin, läßt sich bei Abdruckfilmen und anderen Durchstrahlungs-Präparaten eine starke Steigerung der Kontraste erzielen.

Das E. dient bes. für morpholog. Untersuchungen. Die prakt. Leistungsgrenze liegt bei der Abbildung von einzelnen Riesenmolekülen (z. B. Hämoglobin) mit einem Molekulargewicht über etwa 50000.

GESCHICHTE. Das erste magnet. E. mit übermikroskopischer Auflösung wurde 1933 von E. RUSKA, das erste elektrost. 1938/39 von H. MAHL entwickelt. An der Entwicklung der Elektronenmikroskopie sind außerdem maßgebend beteiligt: v. ARDENNE, BOERSCH, v. BORRIES, BRÜCHE, KNOLL, HILLIER und SCHERZER.

Elektronenoptik beschäftigt sich nach optischer Betrachtungsweise mit der Ablenkung von Elektronen- und Ionenstrahlen durch elektr. und magnet. Felder, insbes. mit solchen Feldern und Elektronen-

tialfeldes, in dem die Elektronen reflektiert werden, als Sammel- oder Zerstreuungsspiegel (BILD 3).

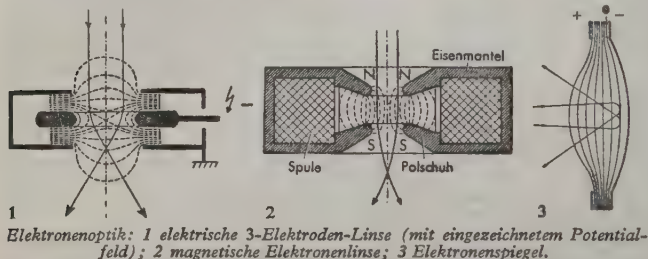
Ein **Elektronenprisma** wird durch ein kurzes elektr. oder magnet. Querfeld dargestellt, durch das Elektronenstrahlen ähnlich wie Lichtstrahlen in einem Glasprisma, jedoch nicht unstetig, sondern allmählich, abgelenkt werden. Da langsame Elektronen stärker abgelenkt werden als schnelle, werden Elektronenstrahlen mit uneinheitl. Geschwindigkeit ebenso spektral zerlegt, wie weißes Licht durch ein Glasprisma.

Die **elektronenoptische Bank** ist eine Apparatur ähnlich der optischen Bank, in der die verschiedenen elektronenopt. Ablenk- und Abbildungselemente in beliebiger Kombination zusammengesetzt werden können. Sie ist als Vakuumapparat ausgeführt.

Die theoret. Grundlegung der E. stammt von H. BUSCH (1926/27). Die praktische Entwicklung setzte 1931/32 ein; beim magnet. Zweig durch v. BORRIES, KNOLL und RUSKA, beim elektr. durch BRÜCHE, JOHANSSON und SCHERZER.

Elektronenprisma, → Elektronenoptik.

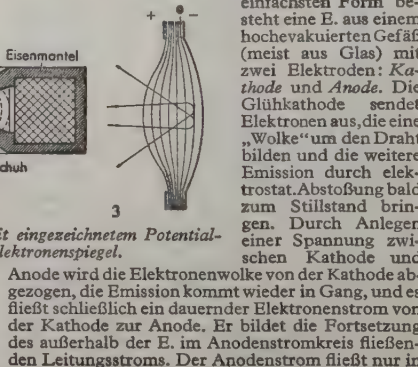
Elektronenröhre, Einrichtung zur nahezu trägheitslosen Steuerung von elektr. Strömen, z. B. zur Gleichrichtung oder Verstärkung. Sie beruht auf der Aussendung von Elektronen von erhitzten Metallen oder Metalloxiden, ihrer Beschleunigung durch elektr. Spannungsfälle und ihrer Steuerung durch elektr. und magnet. Wechselfelder. – In ihrer einfachsten Form besteht eine E. aus einem hochevakuierten Gefäß (meist aus Glas) mit zwei Elektroden: **Kathode** und **Anode**. Die Glühkathode sendet Elektronen aus, die eine „Wolke“ um den Draht bilden und die weitere Emission durch elektrost. Abstoßung bald zum Stillstand bringen. Durch Anlegen einer Spannung zwischen Kathode und



Anode wird die Elektronenwolke von der Kathode abgezogen, die Emission kommt wieder in Gang, und es fließt schließlich ein dauernder Elektronenstrom von der Kathode zur Anode. Er bildet die Fortsetzung des außerhalb der E. im Anodenstromkreis fließenden Leitungsstroms. Der Anodenstrom fließt nur in

bahnen, die zu einer Abbildung führen. Jedes beliebige rotationssymmetrische stetige magnet. oder elektr. Feld besitzt für achsennahe Strahlen geladener Teilchen eine sammelnde Wirkung, also Abbildungseigenschaften. Entsprechend der gewöhnl. Optik sind die Bauelemente der konstruktiven E. Elektronenlinse, Elektronenspiegel und Elektronenprisma. Im einfachsten Fall wird eine **elektrische Elektronenlinse** von einem negativ aufgeladenen, eine **magnetische** von einem stromdurchflossenen Kreisring gebildet. Eine kurzbreitweitige elektr. Elektronenlinse läßt sich durch eine negativ aufgeladene Lochelektrode verwirklichen, der in kleinem Abstand zwei geerdete Lochelektroden gegenüberstehen (BILD 1). Kurzbreitweitige magnet. Elektronenlinsen bestehen aus einer eisengekapselten stromdurchflossenen Spule mit einem ringförmigen Spalt auf der Innenseite des Eisenmantels, der an dieser Stelle mit Polschuhen verbunden ist (BILD 2). Die Brennweite f der Elektronenlinse läßt sich für achsennahe Strahlen in gleicher Weise definieren wie die der Glaslinsen. Sie ist mit der Bildweite b und der Gegenstandsweite g durch die **Linsenformel**: $\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$ verknüpft. Ein von einer elektr. Elektronenlinse entworfenen Bild steht wie das einer Glaslinse auf dem Kopf. Bei magnet. Linsen erscheint das Bild infolge des wendelförmigen Verlaufs der Elektronenstrahlen im Magnetfeld gegen die Objektlage verdreht. Die Elektronenlinsen sind mit den gleichen Linsenfehlern behaftet wie sphärische Glaslinsen (→ Abbildungsfehler). Sie dienen im Elektronenmikroskop zur Bilderzeugung und in verschiedenen anderen Elektronengeräten zur Strahlfokussierung.

Als **Elektronenspiegel** dient z. B. eine gegen die Elektronenquelle negativ aufgeladene Flächenelektrode, je nach der Krümmung des negativen Poten-



der Richtung Kathode–Anode, so daß die **Zweielektrodenröhre** (Diode) als Stromventil (Gleichrichter) wirkt. Fügt man in den Weg zwischen Kathode und Anode eine weitere Elektrode, das **Gitter**, ein, so kann der Anodenstrom durch Veränderung der Spannung am Gitter beeinflusst und dadurch eine Verstärkung erzielt werden (**Dreielektrodenröhre**, Triode). Das Gitter umhüllt meist die Kathode in Form einer feinen Drahtwendel. Je höher seine negative Spannung gegen die Kathode wird, um so weniger Anodenstrom kann fließen. Bei positiver Gitterspannung kann der Anodenstrom bis zur Zerstörung zunehmen. Durch Einführung der Spanngittertechnik (das Steuergitter

wird um die beiden Haltestäbe gespannt gewickelt) wurde ein kleinerer Abstand zwischen Kathode und Steuergitter und damit eine größere Steilheit der Röhre möglich. Eine neue E. mit raumparendem Aufbau, die *Nuvistorröhre*, ist in einem Metallkolben (11 mm $\varnothing$) mit Keramikboden untergebracht. Die zylindr. Elektroden sind aufrechtstehend und freitragend ohne Glas- und Glimmer-Isolierteile mit Stützen auf dem Keramikboden befestigt.

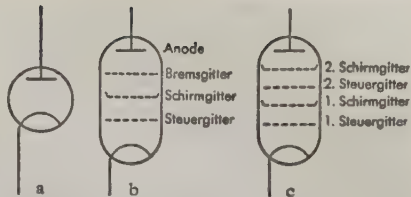
Die wichtigsten Eigenschaften einer E. lassen sich aus der *Kennlinie* ablesen, die die Abhängigkeit des Anodenstroms von der Gitterspannung darstellt. Die Steigung der Kennlinie heißt die *Steilheit* der E. Sie bestimmt die Verstärkung der Röhre bei kleinem inneren Widerstand. Unter dem inneren Widerstand versteht man den Wechselstromwiderstand, der durch das Verhältnis einer Anodenspannungsänderung zur zugehörigen Anodenstromänderung gegeben ist. Gibt man bei kleinem inneren Widerstand dem Gitter eine solche „Vorspannung“, daß eine zusätzlich ans Gitter gelegte Wechselspannung um die Vorspannung als Grundwert im geradlinigen Teil der Kennlinie hin- und herpendelt, so entstehen entsprechende unverzerrte Anodenstromschwankungen, die um so größer sind, je größer die Steilheit ist. Wählt man dagegen die Gittervorspannung so, daß die Gitterwechselspannung den gekrümmten Teil der Kennlinie trifft, so werden die verstärkten ge-



Elektronenröhre 2: Gitterspannung – Anodenstrom – Kennlinie.

Bei den modernen E. unterscheidet man zwei verschiedene Kathodenarten. Die *direkt geheizten Kathoden* sind Heizfäden aus hochschmelzendem Metall (Wolfram). Für den Betrieb aus dem Wechselstromnetz und auch für Allstrombetrieb werden nur noch *indirekt geheizte Kathoden* verwendet. Hier ist die Elektronen aussendende Metalloxidschicht (meist Erdalkalioxide) auf einem Nickelröhren aufgebracht, das durch eine Isoliert in seinem Innern verlaufende Heizwendel auf Rotglut gebracht wird. Infolge der Isolierung bleibt der Anodenstrom von dem Heizungswechselstrom unbeeinflusst. Solche Röhren benötigen jedoch eine kleine Anlaufzeit (15 s), bis die Emission einsetzt.

RÖHRENARTEN. Die Triode ist nicht immer anwendbar. Durch Einfügen weiterer Gitter entstehen *Mehrelektrodenröhren*. Nach der Anzahl der Elektroden unterscheidet man *Dioden* (2), *Trioden* (3), *Tetroden* (4), *Pentoden* (5), *Hexoden* (6), *Heptoden* (7), *Oktoden* (8 Elektroden). – Pentoden enthalten ein Schutz- und Bremsgitter. Ein positiv vorgespanntes Schutzgitter wird zwischen Steuergitter und Anode eingefügt, damit die Anodenwechselspannung, die der Gitterwechselspannung entgegengesetzt ist, eine geringere schwächende Wirkung („Anodenrückwirkung“) ausübt. Solche Röhren werden als *Endröhren* verwendet. Für die Hochfrequenzverstärkung muß das Schutzgitter zur Herabsetzung der Gitter-Anoden-Kapazität als *Schirmgitter* ausgebildet sein. Zur Vergrößerung des Innenwiderstandes (bei Endröhren zur Vergrößerung des Aussteuerbereiches) wird ferner zwischen Schirmgitter oder Schutzgitter und Anode ein *Bremsgitter* (Fanggitter) eingefügt, das die von der Anode kommenden Sekundärelektronen zurückhält. Endpentoden haben einen höhe-



Elektronenröhre 3: a) Diode, b) Pentode, c) Hexode.

ren Wirkungsgrad als Trioden. Allerdings steigen auch die Verzerrungen, die durch eine Gegenkopplung wieder herabgesetzt werden. Hexoden dienen im Superhet als Mischröhren, meist in Verbindung mit einer im gleichen Kolben angeordneten Triode zur Erzeugung der Hilfsschwingung. Denselben Zwecken dienen Heptoden und Oktoden. Durch besondere Ausbildung der Gitter lassen sich E. bauen, deren Verstärkungsgrad von der Höhe der angelegten Gittervorspannung in bestimmter Weise abhängig ist; solche *Regelröhren* werden in Schaltungen für selbsttätigen Schwundausgleich benutzt. – Für Rundfunkzwecke werden oft zwei Systeme in einem Kolben vereinigt, die dann über derselben Kathode angeordnet sind (z.B. Pentode – Doppeldiode). – Eine besondere Art der E. ist die *Braunsche Röhre* ($\rightarrow$ Kathodenstrahlröhre), sowie deren Kleinausführung, die als „Magisches Auge“ im Rundfunkempfänger zur Anzeige der genauen Senderabstimmung dient. Braunsche Röhren werden vor allem für Fernsehzwecke, sowie in der Meßtechnik als Oszillographen benutzt. – Gasgefüllte E. dienen zu Sonderzwecken ($\rightarrow$ Thyatron). – Für Dezi- und Zentimeterwellen ist infolge des Einflusses der Elektronenlaufzeit das oben beschriebene Prinzip der Steuerung nicht mehr brauchbar. Für diese Wellenbereiche sind daher besondere E. (*Klystron*, *Magnetron*, *Wanderfeldröhre*) entwickelt worden.

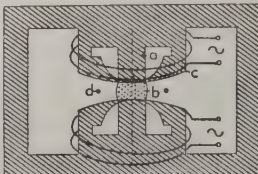
Zur Kennzeichnung der Rundfunkröhren hat sich in Europa ein von der Industrie (Telefunken und Philips) 1935 eingeführtes Schlüsselssystem durchgesetzt, das durch eine Buchstaben- und Zifferngruppe (z.B. EL84) eindeutig die Art der E. erkennen läßt. Der Glaskolben der E. wurde vorübergehend durch einen Stahlkolben ersetzt. Seit dem Jahre 1949 werden *Allglasröhren* („Picoröhre“ von Telefunken, „Rimlockröhre“ von Philips) verwendet, bei denen die Kontaktstifte in den Glasboden der Röhre selbst eingeschmolzen sind und zugleich das Röhrensystem tragen (TAFEL Elektronengeräte).

GESCHICHTE. Die Elektronenemission der einfachen Diode wurde 1884 von EDISON entdeckt. 1906 wurde das Prinzip der Steuerung (Triode) von v. LIEBEN und DE FOREST gefunden. 1914 kamen die ersten Verstärkeröhren auf den Markt. Bald darauf setzte die Entwicklung der Mehrgitterröhren ein: Schutzgitter (SCHOTTKY 1916), Schirmgitter (HULL 1924), Bremsgitter (JOBST, TELLEGEN 1926).

H. BARKHAUSEN: Lehrbuch der E., 4. Bde. (*1960–62); M. KULP: E. und ihre Schaltungen (*1961).

Elektronenschleuder, Betatron, Reotron, Strahlentransformator, ein Gerät zur Beschleunigung von Elektronen auf hohe Energien im Bereiche von Millionen Elektronenvolt. Die Elektronen werden in einer ringförmigen Hochvakuumröhre von einigen Zenti- bis Dezimetern Ringradius durch eine Glüh-elektrode erzeugt. Die Ringröhre bildet gleichsam die „Sekundärwicklung“ eines Transformators, in dessen Eisenkern ein zeitlich anwachsendes Magnetfeld erzeugt wird, das seinerseits ein elektrisches Induktionsfeld ausbildet. Während das Magnetfeld die Aufgabe hat, die Elektronen auf einer Kreisbahn im Ringbereich zu führen (*Führungsfeld*), muß das elektrische Feld, dessen Kraftlinien in der Kreisbahn verlaufen, die Teilchen beschleunigen. Die Magnetfeldstärke und ihr Anwachsen mit der Zeit müssen so bemessen sein, daß die Elektronen mit wachsendem Energiegewinn auf einer festgelegten Bahn, dem *Sollkreis*, gehalten werden. Haben die Elek-

tronen nach etwa 1 000 000 Umläufen die gewünschte Energie erreicht, so wird durch ein plötzlich eingeschaltetes magnetisches Zusatzfeld (*Expansion*) dafür gesorgt, daß die Elektronen entweder die Apparatur verlassen oder eine metallene (Wolfram-) Antikathode zur Erzeugung von sehr harten Röntgenstrahlen treffen. Betreibt man die E. mit Wechselstrom der gewöhnl. Netzfrequenz (50 Hz), so müssen die Elektronen innerhalb $\frac{1}{500}$ s auf den Höchstwert beschleunigt werden, weil dann das Magnetfeld seine



Elektronenschleuder (schemat. Schnitt): a Transformator kerns, b Kern zur Erhaltung der Proportionalität von Fluß und Führungsfeld, c ringsförmige Polschuhe, d Elektronenbahn.

umkehrt. Es wird also kein kontinuierlicher Elektronenstrom beschleunigt, sondern abwechselnd gegenläufige Elektronengruppen. Das die Expansion bewirkende Zusatzfeld erzeugt man in der Regel durch Entladung eines Kondensators über ein Thyatron in einer besonderen Wicklung. – E. werden für medizinische Forschung und Praxis, für Materialuntersuchungen und für die reine Forschung verwendet (TAFEL Elektronengeräte). – Eine Weiterentwicklung ist das **Elektronensynchrotron** (→ Synchrotron).

RIEZLER: Einf. i. d. Kernphysik (*1959); **FINKELNBURG:** Einf. i. d. Atomphysik (*1962).

Elektronenspiegel, → Elektronenoptik.
Elektronenspiegelteleskop, → Elektronengeräte.

Elektronenstrahlen, → Elektron.
Elektronenstrahlhalter, → Elektronengeräte.

Elektronenuhr, → Elektronengeräte.

Elektronenvervielfacher, → Elektronengeräte.

Elektronenvolt, abgek. eV, ein Energiemaß, das bes. in der Atomphysik üblich ist. Die Einheit 1 eV ist die Energie eines Elektrons, das die Spannung von 1 V durchlaufen hat. Es ist $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Elektronenwellen, → Elektron.

Electronicam, eine kombinierte Film-Fernsehkamera, bei der beide Aufnahmeapparate auf einer gemeinsamen Grundplatte angeordnet und durch das gleiche Linsensystem belichtet werden. Bildausschnitt und Szene können bei dieser Anordnung laufend überwacht und die Szene gegebenenfalls sofort wiederholt werden. Die Fernsehbilder können auch über Funk verbreitet werden.

Elektronik, die Technik elektrischer Stromkreise und Schaltungen, in denen evakuierte oder gasgefüllte Entladungsgefäße, wie Elektronenröhren, Kathodenstrahlröhren, Stromtore (→ Thyatron), Quecksilberdampfgefüllte Gleichrichter, Photozellen u. dgl., verwendet werden. Die E. durchzieht heute die gesamte Elektrotechnik. Innerhalb der *Nachrichtentechnik* beherrscht sie die Technik der Verstärker, der Schwingungs- und Impulserzeuger. In der *elektr. Meßtechnik* hat die E. revolutionierend gewirkt. Ganz wesentlich ist z.B. die Möglichkeit, schnellverlaufende zeitliche Vorgänge mit Hilfe des Kathodenstrahlzillographen sichtbar zu machen. Die elektronische Meßtechnik wird heute in wachsendem Maße zur Messung nichtelektr. Vorgänge und Größen (Druck, Temperatur, Dehnung, Licht) herangezogen. Quecksilberdampfgleichrichter von hoher Leistung formen Wechselstrom in Gleichstrom um. Die Möglichkeiten der E. werden heute immer mehr auch in der *industriellen Fertigung* ausgenutzt, um die verschiedensten Vorgänge mit Hilfe elektronischer Einrichtungen zu steuern, zu überwachen und selbsttätig zu regeln (*industrielle E., Elektronensteuerung*). Diese haben gegenüber mechan. Einrichtungen den Vorteil, daß sie praktisch trägeheitslos, ohne Reibungs- und Abnutzungsercheinungen und ohne Geräusch arbeiten und mit

kleinsten Energien (z. B. durch Licht über Photozelle) gesteuert werden können, so daß der zu überwachende Vorgang durch die Regel- und Anzeigevorrichtung nicht gestört wird. Man verwendet solche Einrichtungen z. B. zum Einhalten konstanter Schnittgeschwindigkeit beim Drehen verschiedener Durchmesser, zur Umsteuerung der Tischbewegung von Hobelmaschinen, zur Steuerung von Nachformbewegungen, ferner um Ölfeuerungsanlagen einzuschalten und zu überwachen, Türen automatisch zu öffnen, Fließbandarbeit durch elektronische Zähl-einrichtungen zu kontrollieren, Temperaturen von Öfen, chemischen Bädern und Trockenkammern zu regeln u. a. Weitere Anwendungsgebiete der E. sind die *Hochfrequenzwärmeräte* für technische und medizinische Zwecke sowie die *elektron. Rechenggeräte*.

elektronische Geräte, → Elektronengeräte.
elektronische Rechenggeräte, mathemat. Geräte mit hoher Arbeitsgeschwindigkeit, deren Wirkung hauptsächlich auf elektronischen Bauteilen beruht, wie Elektronenröhren, Photozellen, Gleichrichter-Netzwerken. Beispiele sind *elektronische Rechenautomaten* für große Zahlenrechnungen, *elektronische Integrieranlagen* zum Lösen von Differentialgleichungen, *elektronische Lochkartenmaschinen*. Wegen gewisser Parallelen zum Nervensystem biologischer Organismen werden die e.R. volkstümlich *Elektronengehirne* genannt. (→ Kybernetik)

elektronischer Zähler, Gerät zum Zählen sehr schneller elektr. Stromstöße (Impulse). Aufbau aus Kippschaltungen (→ Flipflop): Die zu zählenden Stromstöße legen einen elektr. Kippschalter abwechselnd in die eine Kippstellung (1) und zurück in die andere (0). Nur beim Zurücklegen, also bei jedem zweiten Stromstoß, wird ein neuer Stromstoß erzeugt und an einen weiteren Kippschalter geleitet und so fort (Frequenzhalbierung). Das Zählergebnis am Ende der Stromstoßfolge ist an der Stellung der Kippschalter im *Dualsystem* abzulesen. Beim *dezimalen e.Z.* werden Vierergruppen von Kippschaltern auf null zurückgestellt, sobald die 10. Stellung erreicht ist. Anwendung zum Zählen radioaktiver Strahlungsteilchen (Geiger-Zähler) und in elektronischen Rechengärten.

Elektrofoen, → Industrieöfen.

Elektrooptik, die Beeinflussung der Emission, Ausbreitung und Absorption des Lichts durch elektrische Felder, insbes. der → Starkeffekt und der elektrische → Kerreffekt.

Elektrophor, ein Gerät zur wiederholten Aufladung eines elektr. Leiters durch Influenz. Auf ein durch Reibung elektr. geladenes Dielektrikum (Harzkuchen, Hartgummiplatte), dessen Unterseite mit einem geerdeten Belag versehen ist, wird eine ungeladene Metallplatte gelegt. Von den auf ihr durch Influenz getrennten positiven und negativen Ladungen werden die gleichnamigen durch kurzes Berühren zur Erde abgeleitet. Auf der Platte bleibt ein Überschuß an ungleichnamiger Ladung zurück.

Elektrophorese, eine → elektrokinetische Erscheinung, die insbes. zur chem. Analyse von ionisierten Stoffgemischen ausgenutzt wird. Dazu bestimmt man die verschiedenen Wanderungsgeschwindigkeiten der Ionen im elektr. Feld mit Filterpapier als Träger (*Papier-E.*). Hauptanwendungsbereich: Trennung von Aminosäuren, Peptiden, Eiweißen.

elektrophoretisches Plattieren, ein Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Metallen, z.B. zur Herstellung von Kautschuk- und anderen Überzügen, Schutzschichten zur Verhinderung des Anlaufens von Silberoberflächen sowie Farbüberszügen (elektrostatistisches Farbspritzen). In einer Flüssigkeit oder einem Gas suspendierte, elektrisch geladene nichtleitende Teilchen werden unter dem Einfluß eines elektr. Feldes niedergeschlagen.

Elektroproyexie, die künstl. Erzeugung von Fieber durch Durchstrahlung des Körpers mit → Kurzwellen (→ Elektromedizin).

Elektroschlepper, ein → Elektrofahrzeug.

Elektroskop, → Elektrometer.

Elektrostatik, → Elektrizität.

Elektrostriktion, die elastische Verformung, Kontraktion eines Dielektrikums im elektr. Feld. Sie wird hervorgerufen durch die gegenseitige Anziehung der polarisierten Moleküle. Eine wichtige Anwendung findet die E. bei der Erzeugung von Ultraschall hoher Frequenz bis zu einigen MHz.

Elektrotechnik, die techn. Beherrschung des Gesamtgebiets der → Elektrizität und des → Magnetismus, d.h. elektrostatischer, magnetostatischer und elektrodynamischer Erscheinungen. Historische, noch heute gebräuchliche Einteilung: *Starkstromtechnik* (Stromerzeugung, -leitung, Umsetzung elektrischer Energie in mechan. Arbeit) und *Schwachstromtechnik* (im wesentl. Fernmeldetechnik, Regel- und Steuerungstechnik, Elektronik, Elektroakustik, Elektromedizin u. ä.).

K. KÜPFMÜLLER: Einführung in die theoret. E. (*1962); H. LINSE: E. für Alle (*1962).

Elektrotor, elektr. Zermotor zum Antrieb von Kleinstgeräten zur Druckkopfabstimmung (→ Abstimmen) im Rundfunk u. a., wird mit niedrigsten Spannungen (Akku, Taschenlampenbatterie) betrieben.

Elektrovibrator, ein keilförmiges, scharfes Messer zum Trennen verschiedener Werkstoffe; es wird durch einen elektr. Vibrator zu Schwingungen (einige Tausend je min.) angeregt. Die entstehenden Trennflächen sind so glatt, daß Nachbearbeiten (Hobel, Fräse) unnötig wird.

Elektrowagen, ein → Elektrofahrzeug.

Elektro-Weidezaun, ein auf leichten Pfosten isoliert verlegter Draht, in den von einer Stromquelle aus hochgespannte schwache Stromstöße geschickt werden. Tiere, die bei Berührung elektr. Schläge erhalten haben, meiden in Zukunft den Draht.

Elektrowerkzeuge, vielseitig verwendbare, elektrisch betriebene Geräte von handlicher Form und geringem Gewicht, die zur Verrichtung der Arbeit von Hand getragen und geführt werden. Vielfach werden E. als Universalgeräte für auswechselbare Werkzeuge ausgebildet, z.B. für Schleifscheiben, Polierscheiben, Bürstenräder, Bohrer, Schraubenzieher u. dgl. Diese Geräte arbeiten dann mit verschiedenen Geschwindigkeiten. Der Antriebsmotor, meist ein bei Wechsel- wie auch bei Gleichstrom verwendbarer Universalmotor, ist entweder unmittelbar oder über eine biegsame Welle mit dem Werkzeug gekuppelt. Für sehr hohe Drehzahlen (bis zu 60000 U/min) wird Drehstrom mit erhöhter Frequenz (150 bis 200 Hz) verwendet, der in einem Frequenzwandler umgeformt wird.

E. mit *Drehbewegung* werden verwendet als Handbohrmaschinen, Schraubeneinziehmaschinen zum serienweisen Einziehen von Metall- und Holzschrauben, Gewindeschneidmaschinen, Handschleifer (Schleifscheibendurchmesser bis zu 200 mm), für die Holzbearbeitung auch als Handfräsmaschinen, Fräs- oder Sägeketten (umlaufende Gliederketten mit aufgesetzten Schneiden) und Handkraft Hobler.

Bei den E. mit *gradliniger Bewegung* wird die Bewegung durch Kurbelgetriebe von einem Motor abgeleitet oder durch Magnete unmittelbar erzeugt. Elektrohämmer werden verwendet als Meißel-, Niet-, Schlaghämmer, Rüttel- und Stampfwerkzeuge usw. und geben 1000 bis 1500 Schläge/min ab. Elektromagnetische Hämmer haben einen Magneten, der gleichzeitig als Schläger dient und durch seine Bewegung den Magnetstrom selbst steuert. Elektroscheren schneiden Bleche bis zu 4 mm Dicke.

Element, 1) MATHEMATIK: ein Glied einer → Menge. 2) PHYSIK: → galvanische Elemente. 3) CHEMIE: → chemische Elemente. 4) ASTRONOMIE: die Bestimmungstücke einer Bahn, → Bahnelemente.

Elementaranalyse, *Verbrennungsanalyse*, wird zur quantitativen Bestimmung von organ. Substanzen, die hauptsächlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, außerdem mitunter aus Stickstoff, Schwefel, Phosphor oder Halogenen bestehen, durchgeführt. Im Verbrennungsrohr wird die Sub-

stanz im Sauerstoffstrom verbrannt und über glühendem Kupferoxid vollständig oxydiert. Die entstandenen Produkte werden sämtlich gesondert bestimmt. Die E. wird heute zunehmend in *Mikromaßstab*, in Extremfällen sogar in *Ultramikromaßstab* durchgeführt.

Elementarladung, *elektrisches Elementarquantum*, die kleinste vorkommende elektr. Ladung (MILLIKAN 1909), vermutlich auch die kleinste überhaupt mögliche Ladung. Ihre Größe ($1,602 \cdot 10^{-19}$ C) ist unabhängig vom Zustand des Ladungsträgers; sie kann negatives (Elektron, Mesonen, Anti-Proton, Hyperonen) oder positives (Positron, Mesonen, Proton, Hyperonen) Vorzeichen besitzen.

Elementarlänge. Gewichtige Gründe rechtfertigen die Vermutung, daß für die physikal. Grundgesetze eine Naturkonstante von der Dimension einer Länge und der Größenordnung 10^{-18} cm eine ähnlich bedeutende – wenn auch heute noch fast unbekannte – Rolle spielt, wie das Plancksche Wirkungsquantum. Diese E. gibt z.B. den *Radius des Elektrons* sowie die *Reichweite* der die Atomkerne zusammenhaltenden Bindungskräfte größenordnungsmäßig an; ferner ist sie maßgebend für die Masse der wichtigsten Arten von *Mesonen*.

Elementarmagnete, kleinste Einheit para- und ferromagnetischer Stoffe, die ein konstantes, von äußeren Feldern unabhängiges magnetisches Moment besitzen. In unmagnet. Körpern liegen diese E. regellos durcheinander (WEBER 1852). Sie werden durch ein äußeres Feld ausgerichtet, soweit die Temperaturbewegung dem nicht entgegenwirkt (LANGVINE 1905). Bei paramagnet. Körpern (→ Paramagnetismus) sind die E. die Atome oder Moleküle, deren magnet. Moment dadurch zustande kommt, daß die magnet. Momente ihrer Elektronen sich nicht gegenseitig aufheben. Diese sind vorwiegend eine Folge der mit der Drehung jedes Elektrons um seine eigene Achse (→ Spin) verbundenen *Elementarströme*. In ferromagnet. Körpern (→ Ferromagnetismus) werden die E. durch größere Gruppen von Atomen, die Kristallite, gebildet (WEISS 1907), in denen sich durch Austauschkräfte die Spins der Elektronen parallel stellen (HEISENBERG 1928). Das Umklappen dieser *Weißschen Bezirke* wird beim *Barkhausen-Effekt* beobachtet, während der *Barnett-* und der *Einstein-de-Haas-Effekt* durch die Kreiswirkung der Elektronen zustande kommen.

Elementarprozesse, PHYSIK: unteilbare, also nicht in Teilvorgänge auflösbare Grundgeschehnisse, wie sie bei Atomen und Elementarteilchen, aber auch bei (unter Umständen sogar großen) Molekülen vor sich gehen. Während die moderne Physik nur mit Einschränkungen die antike Lehre von den letzten, unteilbaren und unveränderlichen Bausteinen der Materie bestätigt hat, lieferte sie mit der Entdeckung der Quantensprünge den Nachweis unteilbarer Vorgänge, also E. Das bekannteste Beispiel ist die Emission oder Absorption von Lichtquanten bei sprunghaften Zustandsänderungen des Systems der Atomelektronen (→ Quantentheorie, → Atomphysik). Jedoch können Quantensprünge von Atomen auch ohne Mitwirkung von Lichtquanten vor sich gehen, z.B. bei Anregung von Atomen durch Elektronenstoß. Ferner gehören die Umwandlungen radioaktiver Atomkerne hierher (Alphazerfall, Betaumwandlung, Gammastrahlung), und die durch Beschießung mit schnellen Teilchen erzielten Kernumwandlungen. In neuerer Zeit wurde die → Paarzeugung von Elektronen aus Lichtquanten entdeckt, die Aussendung von Mesonen in Kernprozessen (Sterne; TAFEL Kernphysik I), die Umwandlung von Neutronen in Protonen unter Aussendung von Elektronen und Neutrinos und der Zerfall von π -Mesonen in μ -Mesonen, von K-Mesonen in π -Mesonen und μ -Mesonen und der Hyperonen in Nukleonen und π -Mesonen. Die Elementarteilchen sind weitgehend ineinander umwandelbar; die E., in denen sich solche Umwandlungen vollziehen, scheinen grundsätzlich nur durch allgemeine Erhaltungssätze (Energie; Impuls; elektrische Ladung; Leptonenzahl; Baryonenzahl u. a.) einge-

Elementarquantum – Elementenpaar

TABELLE DER ENDE 1963 BEKANNTEN ELEMENTARTEILCHEN (außer Resonanzen)

Typen	Name	Zeichen ¹⁾	Masse ²⁾	Lebensdauer in s	Spin ³⁾	Ladung ⁴⁾	Isospin	Baryonen-Zahl	Leptonen-Zahl	Strangeness	Zerfallsarten
Quanten	Lichtquant (Photon)	γ (γ)	0	∞	1	0	—	0	0	0	—
Leptonen	e-Neutrino	ν_e ($\bar{\nu}_e$)	0	∞	$1/2$	0	—	0	1	0	—
	μ -Neutrino	ν_μ ($\bar{\nu}_\mu$)	0	∞	$1/2$	0	—	0	1	0	—
	Elektron	e^- (e^+)	1	∞	$1/2$	-1	—	0	1	0	—
	Muon	μ^- (μ^+)	206,77	$2,2 \cdot 10^{-6}$	$1/2$	-1	—	0	1	-1	$e^- + \nu_e + \bar{\nu}_e$
Mesonen	Pionen	π^0 (π^0)	264,3	$2,2 \cdot 10^{-16}$	0	0	1	0	0	0	2γ
		π^+ (π^-)	273,3	$2,6 \cdot 10^{-8}$	0	1	1	0	0	0	$\mu^+ + \nu_\mu$; $e^+ + \nu_e$
	Kaonen	K^+ (K^-)	966,8	$1,2 \cdot 10^{-8}$	0	1	$1/2$	0	0	1	verschiedene
		K^0 ($\bar{K}^0$)	965	$1,0 \cdot 10^{-10}$	0	0	$1/2$	0	0	1	Zerfallsarten in Pionen u. Muonen
Nukleonen	Proton	p ($\bar{p}$)	1836,12	∞	$1/2$	1	$1/2$	1	0	0	—
	Neutron	n ($\bar{n}$)	1838,65	16,9 min	$1/2$	0	$1/2$	1	0	0	$p + e^- + \bar{\nu}_e$
Hyperonen	Λ -Teilchen	Λ ($\bar{\Lambda}$)	2182,1	$2,2 \cdot 10^{-10}$	—	0	0	1	0	-1	$p + \pi^-$; $n + \pi^0$
		Σ^+ ($\bar{\Sigma}^-$)	2327,5	$0,8 \cdot 10^{-16}$	—	1	1	1	0	-1	$p + \pi^0$; $n + \pi^+$
	Σ -Teilchen	Σ^0 ($\bar{\Sigma}^0$)	2325,9	$< 1 \cdot 10^{-11}$	—	0	0	1	0	-1	$\Delta + \gamma$
		Σ^- ($\bar{\Sigma}^+$)	2341,6	$1,6 \cdot 10^{-10}$	-1	-1	1	0	0	-1	$n + \pi^-$
	Ξ -Teilchen	Ξ^- ($\bar{\Xi}^+$)	2585	$1,3 \cdot 10^{-10}$	-1	$-1/2$	1	0	0	-2	$\Delta + \pi^-$
		Ξ^0 ($\bar{\Xi}^0$)	2570	$1,5 \cdot 10^{-10}$	0	$1/2$	1	0	0	-2	$\Delta + \pi^0$
	Ξ -Teilchen	Ξ^0 ($\bar{\Xi}^0$)	2570	$1,5 \cdot 10^{-10}$	0	$1/2$	1	0	0	-2	$\Delta + \pi^0$
		Ξ^0 ($\bar{\Xi}^0$)	2570	$1,5 \cdot 10^{-10}$	0	$1/2$	1	0	0	-2	$\Delta + \pi^0$

Erläuterungen: ¹⁾ in Klammern: Antiteilchen, ²⁾ Einheit: Elektronenmasse $m_0 = 0,91 \cdot 10^{-27}$ g, ³⁾ Einheit: $\hbar/2\pi$ ($\hbar$ = Plancksche Konstante), ⁴⁾ Einheit: Elementarladung $e = 1,60 \cdot 10^{-19}$ As.

schränkt zu sein. Die Erforschung der E. ist Aufgabe der $\rightarrow$ Hochenergiephysik.

Elementarquantum, elektrisches, $\rightarrow$ Elementarladung.

Elementarteilchen (hierzu TABELLE), die kleinsten unteilbaren Träger stofflicher Eigenschaften. Sie sind sowohl Bausteine der stabilen Materie als auch Vermittler der verschiedenen Wechselwirkungen, die allem physikalischen Geschehen zugrunde liegen. Im Gegensatz zur früher angenommenen Unwandelbarkeit der letzten materiellen Teilchen steht die Fähigkeit der E., sich ineinander umzuwandeln. Nach unseren heutigen Kenntnissen gibt es zu jedem E. ein $\rightarrow$ Antiteilchen, das ebenfalls E. und in manchen Fällen mit dem Teilchen identisch ist (z. B. Photon, π^0 -Meson).

Die **stabilen E.** (Proton, Neutron, Elektron, Photon) sind am längsten bekannt; seit 1932 kennt man das **Positron**, 1935–37 wurden die ersten **Mesonen**, in den Folgejahren, bes. nach dem 2. Weltkrieg, weitere Mesonen und die **Hyperonen** entdeckt. Heute kennt man etwa 30 E. und eine Reihe von sehr kurzlebigen Zwischenzuständen (Lebensdauer 10^{-23} bis 10^{-25} s), die zwar grundsätzlich auch zu den E. gerechnet werden können, für die sich aber aus theoret. Gründen der Name $\rightarrow$ **Massenresonanzen**, kurz **Resonanzen**, eingeführt hat. Die Kräfte zwischen den E. bezeichnet man in der E.-Physik als ihre Wechselwirkung. **Starke Wechselwirkungen** sind die Kernkräfte sowie die für die Entstehung von Mesonen und Hyperonen verantwortlichen Kräfte. Hundertmal kleiner sind die **elektromagnetischen Wechselwirkungen**, die zwischen elektr. Ladungen und bei der Erzeugung und Vernichtung von Elektron-Positron-Paaren auftreten. Noch hundertmilliardmal kleiner sind die für den Betazerfall der Kerne und die Mesonen- und Hyperonenzerfälle verantwortlichen **schwachen Wechselwirkungen**. Um zu einem Verständnis der Wechselwirkungen zu gelangen, hat man über die klassischen $\rightarrow$ Erhaltungssätze von Energie, Impuls und Drehimpuls hinaus, die im gewöhnl. Raum und

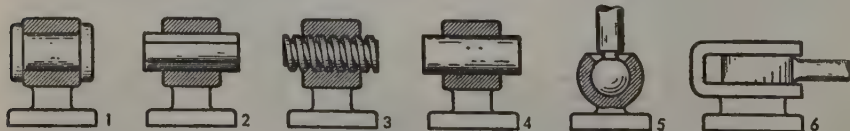
der Zeit gelten, eine Reihe weiterer Erhaltungssätze von Eigenschaften der E. stößt bisher noch auf große Schwierigkeiten. Man versucht sich die E. als punktförmige Zentren vorzustellen, die von Wolken ständig emittierter und sofort wieder absorbierter Teilchen umgeben sind. Mit großem Aufwand durchgeführte Experimente ergaben für das $\rightarrow$ Proton und das $\rightarrow$ Neutron eine Bestätigung dieser Vorstellung (HOFSTADTER, Nobelpreis 1961).

Die theoret. Erklärungsversuche für die Vielfalt der E. und ihrer Wechselwirkungen gehen meist von der Annahme aus, die E. seien verschiedene Zustände einer einheitlichen Grundstruktur der Materie, deren Natur noch unbekannt ist.

Elementarzeit, die Zeit, die das Licht benötigt, um eine Strecke von der Größe der $\rightarrow$ Elementarlänge zu durchlaufen (ungefähr 10^{-23} s).

Elementarzelle, $\rightarrow$ Kristall.

Elementenpaar, **GETRIEBELEHRE**: diejenige Einrichtung, mit der sich zwei Teile (Glieder) miteinander beweglich berühren, auch **Gelenk** genannt. Die beiden Elemente berühren sich in Flächen oder nur in Linien oder Punkten. Das E. erlaubt eine nur ebene oder räuml. Bewegung der Glieder gegeneinander, wobei der $\rightarrow$ Freiheitsgrad 1 oder größer ist, aber höchstens 5 beträgt. Es gibt sechs flächenberührende E. (z. B. Zapfen und Buchse) hat keinen Einfluß auf die gegenseitige Bewegung. Zwangsläufig sind das Drehgelenk (Zapfen und Lager), das



Flächenberührende Elementenpaare: 1 Drehgelenk, 2 Schubgelenk, 3 Schraubgelenk, 4 Zylindergelenk, 5 Kugelgelenk, 6 Plattengelenk.

Schubgelenk (Schieber und Gleitbahn), das Schraubgelenk (Schraube und Mutter); das Zylindergelenk ist vom Freiheitsgrad 2, Kugel- und Plattengelenk vom Freiheitsgrad 3. Unbegrenzt ist die Zahl der E. mit punkt- oder linienförmiger Berührung, die z. T. nicht umkehrbar sind; sie weisen i. allg. wesentlich verwickeltere Relativbewegungen der Glieder auf.

Elemi, eine große Gruppe natürlicher rezenter Harze von Canariumarten, die Firnissen, Kitten und Lacken als Weichmacher zugesetzt werden; heute teils durch andere Weichmachungsmittel verdrängt.

Elevation, 1) ASTRONOMIE: die → Höhe.

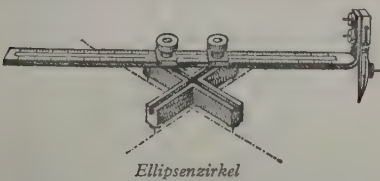
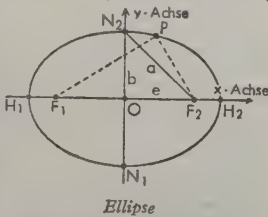
2) GEODÄSIE: *E.-Winkel*, Winkel einer Ziel- (Vier-) Linie gegen die waagerechte Ebene.

Elevator, → Becherwerk.

Elefanten, die Knochenmasse der Stoßzähne des männlichen Elefanten, elastisch, hart, auf der Drehbank bearbeitbar, poliertfähig, weißgelb, an der Luft vergilbt, aber bleichbar. Die kleinen Zähne der weiblichen und jungen Tiere heißen *Kriwellen*.

Elimination, ALGEBRA: jedes Verfahren, durch das man eine Unbekannte aus einem System von Gleichungen mit mehreren Unbekannten entfernt. Beispiel: Aus $x + y = 2$, $x - y = 4$ folgt $2x = 6$, $x = 3$, $y = -1$.

Ellipse, ein → Kegelschnitt. Für jeden Punkt P der E. hat die Summe seiner Abstände von zwei festen Punkten, den *Brennpunkten* F_1 und F_2 , denselben Wert. Die E. hat einen größten (*Hauptachse*; H_1H_2) und einen kleinsten Durchmesser (*Nebenachse*; N_1N_2), die aufeinander senkrecht stehen und sich im Mittelpunkt der E. schneiden. Die Entfernung des Mittelpunkts von einem der Brennpunkte heißt *Exzentrizität* ($e = OF_1$). Sind a und b die halbe Haupt- und halbe Nebenachse, so ist die Fläche der E. gleich πab . Die Gleichung der E. in der analytischen → Geometrie lautet in kartesischen Koordinaten, auf ihre Achsen als Koordinatenachsen



Ellipsenzirkel

bezogen, $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$. Der *E.-Zirkel* ist ein Gerät zum Aufzeichnen von E.; zugrunde liegt ihm die „ruhende Kreuzschleife“, ein Kurbelgetriebe (Bild).

Ellipsoid, eine geschlossene Fläche 2. Ordnung, deren ebene Schnitte Ellipsen sind. Nur zwei bestimmte Scharen paralleler Ebenen schneiden die Fläche in Kreisen. Sind die 3 Hauptachsen des E. verschieden lang, so heißt es *dreiaxstig*, sind 2 gleich lang, *Rotations- oder Umdrehungs-E.*, weil diese Fläche durch Umdrehung einer Ellipse um eine ihrer Achsen entsteht. Sind alle 3 Achsen gleich lang, so ist das E. eine Kugel. Die Normalform der Gleichung einer E. in kartesischen Koordinaten (mit a, b, c als halben Hauptachsen) lautet: $x^2/a^2 + y^2/b^2 + z^2/c^2 = 1$. Der Rauminhalt ist $\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot abc$.

elliptische Funktionen, MATHEMATIK: doppelt-periodische und meromorphe Funktionen einer komplexen Veränderlichen. Ihre Umkehrfunktionen sind Integrale, deren Integrand eine rationale Funktion der Veränderlichen selbst und einer Quadratwurzel aus einer ganzen rationalen Funktion 3. oder 4. Grades derselben ist (*elliptische Integrale*). Die e. F. lassen sich nicht auf elementare Funktionen

zurückführen. Ihre Theorie wurde von JACOBI und WEIERSTRASS begründet.

KNOPP: Funktionentheorie, Bd. 2 (9/1955).

elliptische Geometrie, eine → nichteuklidische Geometrie.

Elmsfeuer, *Elasfeuer*, Büschel- oder Glimmentladung, die von hervorragenden Kanten und Spitzen ausströmt und bei hohem Luftelektr. Potentialgefälle, bei gewittiger Wetterlage, auch bei Schnee- und Staubstürmen auftritt, am häufigsten auf Berggipfeln und an den Mastspitzen der Schiffe.

Elongation, 1) der Winkel, den die vom Auge nach dem Sonnenmittelpunkt und einem Planeten gezogenen Linien miteinander einschließen. 2) bei schwingenden Körpern (Pendel) die sich während der Schwingung dauernd verändernde Entfernung des Körpers aus seiner Ruhelage. Der größte Wert der E. heißt *Amplitude* oder *Schwingungswerte*.

Elloxalverfahren, wichtiges Verfahren zum Erzeugen einer chemisch und mechanisch sehr widerstandsfähigen Schutzschicht auf Aluminium und seinen Legierungen durch elektrolytische Oxydation der in schwefel-, chrom- oder oxalsäuren Bädern als Anode geschalteten Gegenstände.

Em, chem. Zeichen für → Emanation.

Email, *Emaille*, auf Metall, meist Eisen, aufgeschmolzener, glasartiger Überzug als Oberflächenschutz oder zur Verzierung, ein leichtschmelzendes, durchweg blei- und giftfreies, undurchsichtiges Sonderglas, das mit Antimoniaten, Zirkonoxid oder heute meist Titandioxid weiß, mit Kobaltoxid, Chromoxid u. dgl. bunt gefärbt ist. Feldspat, Quarz, Borax, Soda, Flußspat, Salpeter, Kryolith u. a. Stoffe werden bei etwa 1200°C in Drehöfen oder Wannenöfen geschmolzen und die feuerflüssige Masse in Wasser abgeschreckt. Die erhaltenen Körner werden in porzellanaußgekleideten Trommelmöhlen mit Porzellankugeln oder Flintsteinen in 10 bis 20 Stunden unter Zusatz von Wasser, Ton und Färbemitteln bis zu einer Korngröße von unter 0,1 mm ø gemahlen. Vor dem eigentlichen *Emailieren* muß der Gegenstand entfettet und die Oberfläche durch Beizen in Salz- oder Schwefelsäure gereinigt werden. Der Emailüberzug wird durch Eintauchen der Gegenstände in die erhaltene Aufschlammung oder durch Aufspritzen der Masse durch Druckluft (3 atü) aufgebracht, getrocknet und bei 800 bis 900°C in *Emailieröfen* (Muffelöfen oder Durchlauföfen) in 5–6 Minuten bei Stahlblech und in 15–20 Minuten bei Gußteilen eingebrannt. Es wird stets eine *Grundemailschicht* eingebrannt, die das Haften des E. auf dem Eisen bewirkt; dann folgen 1 oder 2 *Deckschichten*. Bei porzellanemailierten Sanitätsgegenständen, wie Badewannen oder dgl., wird das trockene Emailpulver mit Druckluftströmlen auf die erhitzten Gegenstände aufgedupert.

Kunstemails werden in Tiegeln geschmolzen, nicht in Wasser abgeschreckt, vom Verarbeiter in Mörsern zerstossen, meist noch geschlämmt und feucht verarbeitet. Sie enthalten oft noch zusätzlich Bleioxid und Arsenoxid.

In der GLASINDUSTRIE ist E. ein leicht schmelzender Glasfluß für Schilder auf Flaschen oder dgl.

Emanation, gasförmiges radioaktives Element (Edelgas), chem. Zeichen *Em*, Ordnungszahl 86, Schmelzpunkt -71°C, Siedepunkt -61,9°C. E. entsteht durch radioaktiven Zerfall von Radium, Thorium oder Aktinium und wird je nach dieser Herkunft auch *Radiumemanation*, *RadEm*, oder *Radon*, *Rn* (früher auch *Niton*, *Nt*), *Thoriumemanation*, *ThEm*, oder *Thoron*, *Tn*, und *Aktiniumemanation*, *AcEm*, oder *Aktinon*, *An*, genannt. Die Atome der drei Arten der E. sind Isotope mit den Massenzahlen Radon 222, Thoron 220 und Aktinon 219; diese Massenzahlen sind gleichzeitig als Atomgewichte anzunehmen. Alle drei E. haben eine vergleichsweise geringe Lebensdauer und unterliegen ihrerseits einem radioaktiven Zerfall unter Aussendung von α -Strahlen mit den Halbwertszeiten Radon 3,825 Tage, Thoron 54,5 Sekunden, Aktinon 3,92 Sekunden; sie sind Glieder der drei natürlichen radioaktiven Zerfallsreihen. Radon wird

in tieferen Erdschichten ständig durch radioaktive Vorgänge gebildet und gelangt mit Quellwasser an die Erdoberfläche (radioaktive Heilquellen). Der Emanationsgehalt dieses Wassers wird in *Eman* ($= 10^{-10}$ Ci/l) oder $\rightarrow$ *Mache-Einheiten* gemessen.

Emersion, der Austritt eines Mondes aus dem Schatten seines Planeten.

Emission, Ausstrahlung, Aussendung, z.B. E. des Lichtes durch leuchtende Körper, E. von anderen elektromagnet. Strahlungen (z.B. Röntgenstrahlen, γ -Strahlen), E. von einzelnen Teilchen (α -, β -Strahlen, Neutronen, Neutrinos, Mesonen u.dgl.) beim radioaktiven Zerfall und bei anderen Kernprozessen, E. von Elektronen bei hoher Temperatur aus Metallen und Oxiden (*Glüh-E.*), angewandt bei Verstärkerröhren und Bildröhren der Fernsehempfänger, oder durch Licht (*Photo-E.*) in Photozellen.

Emissionsvermögen, $\rightarrow$ Kirchhoffsches Strahlungsgesetz.

Emissionsmikroskop, ein $\rightarrow$ Elektronenmikroskop zur Untersuchung der Emissionsverteilung auf Metalloberflächen. Die von einer Kathodenoberfläche gelösten Elektronen erzeugen mit Hilfe von Elektronenlinen ein Bild der Emissionsverteilung auf einem Leuchtschirm oder einer Photoplatte. Die Emissionsverteilung hängt bei geeigneter Vorbehandlung von der Kristallstruktur des Metalls ab; das E. wird dadurch ein wichtiges Hilfsmittel zur Strukturforschung von Metallen. Linsenloses E. $\rightarrow$ Feldelektronenmikroskop.

Emissionsnebel, unregelmäßig geformte kosmische Gasmassen, die in Emissionslinien, besonders des Wasserstoffs, leuchten ($\rightarrow$ interstellare Materie).

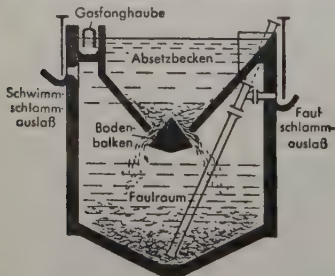
EMK, Abk. für $\rightarrow$ elektromotorische Kraft.

Emodine, Trioxanthrachinone, oft an Zucker gebunden als Glykoside, wirksame Bestandteile der Abführmittel Aloe, Faulbaumrinde, Rhabarber und Sennesblätter.

Empfänger, in der **TECHNIK** jedes Gerät, das Zeichen (Signale, Sprache, Musik) eines Senders aufnimmt und hörbar oder sichtbar macht ($\rightarrow$ Rundfunktechnik, $\rightarrow$ Fernsehen).

empirisch, durch die Erfahrung gegeben.

Emescherbrunnen, *Imhoff-Brunnen*, Bauwerk zur Abwasserklärung im Absetzverfahren (IMHOFF, 1906), eine zweistöckige Absetzanlage mit oberliegendem Absetzbecken, auf dessen geneigten Wänden der abgesetzte Schlamm abrutscht und durch



Emescherbrunnen: Querschnitt

Schlitzte in den darunterliegenden Faulraum gleitet. Ein Bodenbalken verhütet, daß aufschwimmende Schlammfladen und Faulgase in das Absetzbecken gelangen. Das aufgenommene Faulgas dient als Treibgas oder zum Heizen und Beleuchten.

Emulsion, ein Gemisch von Enzymen in Mandeln, bewirkt die Spaltung des Amygdalins und anderer blausäurehaltiger Glykoside.

Emulsion, 1) im strengen Sinne die kolloidale Lösung einer Flüssigkeit in einer anderen ($\rightarrow$ Kolloide), allgemeiner auch gröbere Flüssigkeitsgemische. E. aus Flüssigkeiten, die normalerweise nicht mischbar sind, stabilisiert man durch Zugabe eines *Emulgators* (*Stabilisators*), d.h. eines Stoffes, der die Oberflächenspannung der winzigen Tröpfchen emulgierter Flüssigkeit im Lösungsmittel her-

absetzt und dadurch die Bildung noch kleinerer Tröpfchen ermöglicht. Auch mechanisch läßt sich die Stabilität einer E. erhöhen: dazu werden die beiden Stoffe durch den engen Spalt (0,05–2mm) zweier übereinandergeordneter metallener Reibscheiben gepreßt (Homogenisiermaschinen, Kolloidmühlen). Man unterscheidet *Wasser-in-Öl-E.* (*WO-E.*), mit Wasser als disperser Phase, und *Öl-in-Wasser-E.* (*OW-E.*), mit Öl als disperser Phase (Lebertran- und Rizinusöl-E.).

2) **PHOTOGRAPHIE**: Suspensionen von Halogensilberkriställchen ($\varnothing$ etwa 0,2–3 μ) in Gelatine oder Kunststoffen zur Herstellung der lichtempfindlichen Schicht. Die Kristalle sind zunächst sehr klein. Durch Zusatz von Ammoniak oder durch Erwärmen reift die E., d.h. einige Kristalle wachsen auf Kosten anderer. Anschließend wird die E. zum Erstarren gebracht, zerschnitten (genudelt), durch Auswaschen von löslichen Salzen befreit, wieder geschmolzen, mit weiterer Gelatine und anderen Zusätzen versehen, nachgereift und dann auf Glasplatten oder Film vergossen.

3) In der **MAL-** und **ANSTRICHTECHNIK** werden E. als *Emulsionsbindemittel* schon seit jeher verwendet. Die Technik arbeitet mit E. aus Kasein oder Eiweiß und trocknen Ölen. Zum Anstreichen verwendet man kaseinreiche, kaseinarne und kaseinfreie E. von trocknen Ölen, von Ständöl, Öllacken und ölfreien Lacken, ferner von Kunstharzen. Die Anstrichemulsionen sind im allgemeinen *OW-E.* E. werden für sich allein als farblose Überzüge verwendet oder als Bindemittel für *Emulsionsfarben* gemischt mit einem Farbkörper.

Enantiotropie, die Erscheinung, daß derselbe Stoff in verschiedenen Druck- und Temperaturbereichen im Gleichgewicht mit seinem Dampf verschiedene Modifikationen annimmt; z.B. rhombischer und monokliner Schwefel.

Enargit, rhombisches Mineral $\text{Cu}_3\text{As}_2\text{S}_6$, schwarz, fast metallisch glänzend, meist derb, bes. in Nord- und Südamerika ein wichtiges Kupfererz.

Endlichkeit, 1) **MATHEMATIK**: $\rightarrow$ Unendlichkeit.

2) **E. DES RAUMES** (der Zeit), $\rightarrow$ Kosmologie.

Endmaße, **MESSTECHNIK**: Feinstbearbeitete, sehr genaue Längenmaß-Normale. E. sind Klötzchen aus gehärtetem Stahl mit vorwiegend rechteck. Querschnitt und sehr gut ebenen (geläpften), parallelen Meßflächen (*Parallel-E.*). Durch Aneinandersetzen mehrerer E. lassen sich beliebige Maßlängen (bis auf 0,001 mm genau) bilden (DIN 861).

Endmoräne, $\rightarrow$ Pleistozän.

endogen heißen alle aus dem Erdinneren auf die Kruste wirkenden Kräfte und Vorgänge.

endotherm, **CHEMIE**: unter Wärmeaufnahme verlaufend, z.B. die Bildung von Azetylen aus den Elementen. Gegensatz: $\rightarrow$ exotherm. *Endotherme Verbindungen* sind durch eine endotherme Reaktion aus ihren Bestandteilen entstanden. Sie zersetzen sich meist sehr leicht, oft explosiv, da hierbei wieder Energie frei wird. Beispiele: Jodstickstoff, Azetylen-silber, kaltes flüssiges oder unter Druck stehendes gasförmiges Azetylen.

Energie, gespeicherte $\rightarrow$ Arbeit oder Arbeitsfähigkeit. Ein Körper besitzt a) auf Grund seiner Lage relativ zu anderen Körpern und der wirkenden Kräfte relativ zu einem Normalzustand *E. der Lage* oder *potentielle E.* So besitzt ein Körper der Masse *m* im Schwerfeld der Erde in der Höhe *h* über dem Erdboden die potentielle *E. mgh* (*g* = Schwerebeschleunigung = 9,81 m/s^2). Die *chemische Bindungs-E.* ist gleich der potentiellen *E.*, die die elektr. Ladungen der Elemente einer Verbindung, verglichen mit dem Zustand in den Ausgangsstoffen besitzen. b) Wenn der Körper relativ zu einem Koordinatensystem die (*Translations-*) Geschwindigkeit *v* besitzt, so hat er die *Bewegungs-E.* oder *kinetische E.* $\frac{1}{2}mv^2$; hat er bei einer Drehbewegung die Winkelgeschwindigkeit ω , so besitzt er die *Bewegungs-E.* $\frac{1}{2}I\omega^2$ (*I* = Trägheitsmoment um die Drehachse). Zu dieser Form der *E.* gehört die *Wärme-E.* als kinet. *E.* der statistisch ungeordneten Bewegung der kleinsten Bausteine eines Stoffes. c) Nach EINSTEIN ist in

jeder Masse m die $E. mc^2$ (c = Lichtgeschwindigkeit) gespeichert. Bei Atomkernprozessen kann diese Beziehung experimentell geprüft werden ($\rightarrow$ Atomenergie). Beim Aufbau eines Atomkerns aus Nukleonen setzt sich ein Teil ihrer Massen-E. in Bindungs-E. um. Neben den Körpern sind alle Kraftfelder (Gravitationsfeld, elektromagnet. Feld) Träger von Feld-E. (*Gravitations-E., elektr. E., magnet. E.*), die bei Feldänderungen z.B. in Form von kinetischer E. der dem Feld ausgesetzten Körper in Erscheinung treten. Der außerordentlich rasche und bequeme Transport elektromagnet. E. durch metallische Leiter ist die Grundlage der elektr. E.-Übertragung.

MASSENEINHEITEN DER E. Grundsätzlich könnte man mit einer Maßeinheit der E. auskommen, da alle Formen der E. ineinander umwandelbar sind (*Energiesatz*). Es sind aber als Folge der histor. Entwicklung und aus Gründen der Handlichkeit mehrere Einheiten nebeneinander gebräuchlich. Die *mechan. Arbeit* wird in erg oder Nm (Newtonmeter) gemessen; 10^7 erg = 1 Nm. In der Technik wird die Kraft in kp (Kilopond = Kilogramm-Gewicht, meist noch einfach kg geschrieben) gemessen, die E. infolgedessen in mkp (Meterkilopond); $1 \text{ mkp} = 9,80665 \text{ Nm}$. Ein Gas, dessen Volumen gegen einen Druck von 1 atm um 1 cm^3 verkleinert wird, erhält einen E.-Zuwachs von $1 \text{ cm}^3 \text{ atm}$. Zu den mechan. E.-Einheiten gehört ebenfalls die Einheit der Wärmeenergie. Wenn 1 g Wasser bei Atmosphärendruck von 14,5 auf 15,5°C erwärmt wird, so ist ihm die E. 1 cal (genauer 1 cal₁₅) zugeführt. Diese E. ist der mechan. E. von 4,1855 Nm äquivalent (*mechan. Wärmeäquivalent*). Bei der Definition der elektr. E.-Einheit geht man von der elektr. Leistung (gemessen in Watt) aus. Wenn einem Verbraucher (Motor, Heizgerät) 1 s lang eine Leistung von 1 W zugeführt wird, hat er die Energie 1 Ws oder 1 J (Joule) aufgenommen. Seit dem 1. 1. 1948 ist international festgelegt, daß 1 J = 1 Nm sein soll. In der *Atomphysik* ist neben der Einheit Ws das $\rightarrow$ Elektronenvolt (eV) gebräuchlich; $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Ws}$. In der *Spektroskopie* benutzt man zur Kennzeichnung der E. einer Wellenstrahlung die Wellenlänge (λ) oder ihren reziproken Wert, da jedes Photon die Energie $\frac{hc}{\lambda}$ (h = Plancksche Konstante, c = Lichtgeschwindigkeit) enthält. Es entspricht die *Wellenzahl* 1 cm^{-1} der E. $1,986 \cdot 10^{-13} \text{ J}$. Ebenso genügt zur Bestimmung der mittleren kinet. E. je Freiheitsgrad $kT/2$ der Moleküle eines Gases (k = Boltzmannsche Konstante = $1,380 \cdot 10^{-23} \text{ J grad}^{-1}$, T = absolute Temperatur gemessen in °K) die Angabe der Temperatur T . Es entspricht die Temperatur 1°K der E. $1,380 \cdot 10^{-23} \text{ J}$. Auf Grund der Einsteinschen Gleichung $E = mc^2$ entspricht der Masse von 1 g die E. $8,987 \cdot 10^{11} \text{ J}$; wenn man zum Vergleich die Masse eines Protons (ME) wählt, genauer $\frac{1}{1836}$ der Masse eines Sauerstoffatoms, erhält man für den 1000sten Teil davon (TME = Tausendstel-Masseneinheit), d. i. ungefähr die Masse von 2 Elektronen (genauer 1,8225): $1 \text{ TME} = 1,492 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 0,931 \text{ MeV}$. Alle angeführten E.-Einheiten hängen untereinander durch folgende Gleichung oder Entsprechung (Δ) zusammen: $1 \text{ Nm} = 10^7 \text{ erg} = 1 \text{ J} = 1 \text{ Ws} = 2,77778 \cdot 10^{-7} \text{ kWh} = 0,1019716 \text{ mkp} = 9,86923 \text{ cm}^3 \text{ atm} = 0,23892 \text{ cal}_{15} = 0,624 \cdot 10^{15} \text{ eV} \Delta 0,503 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-2} \Delta 0,724 \cdot 10^{23} \text{ }^\circ\text{K} \Delta 1,113 \cdot 10^{-14} \text{ g} = 6,70 \cdot 10^{13} \text{ TME}$.

E.-Messungen laufen meist auf Messungen der Temperaturerhöhung, der Reichweite von Teilchen oder der Wellenlänge hinaus, sofern die E. sich nicht aus Masse und Geschwindigkeit oder aus elektr. Ladung und Potential berechnen läßt.

Der *Energiesatz (Energieprinzip)* wurde für mechan. Systeme zuerst von GALILEI, in voller Klarheit aber erst von HUYGENS (1673), LEIBNIZ, J. BERNOLLI und EULER ausgesprochen: *Wenn man von Reibungsvorgängen absehen kann, ist in einem mechan. System, auf das keine äußeren Kräfte wirken, die Summe von kinetischer und potentieller E. zeitlich konstant*. Er wurde von dem Arzt J. R. MAYER (1842)

auf die Wärmeenergie ausgedehnt. Ohne Kenntnis der Arbeit von MAYER hat H. v. HELMHOLTZ (1847) den Satz entdeckt und ihn zugleich auf andere klassische E.-Formen ausgedehnt. Nach EINSTEIN muß zu diesen noch die Massen-E. hinzugefügt werden. Wenn das Weltall als abgeschlossenes System angesehen werden kann, so kann man den Energiesatz auch in der Form aussprechen, daß die Gesamt-E. der Welt konstant ist.

E. MACH: Die Geschichte u. d. Wurzel des Satzes v. d. Erhaltung d. Arbeit (*1909); M. PLANCK: Das Prinzip d. Erhaltung d. E. (*1924).

Energiebändermodell, ein vereinfachtes Schema zur Veranschaulichung der quantenstatistischen Rechnungen in der Theorie der $\rightarrow$ Festkörper.

Energielinie gibt bei einer Fließbewegung die Lage des Flüssigkeitsspiegels wieder, die sich nach Rückverwandlung der kinetischen in potentielle Energie, also im Ruhezustand, einstellt. Die E. liegt über dem *Fließspiegel*.

Energievernichtung im Wasserbau wird erreicht durch Einrichtungen zur Berührung der Wasserbewegung beim Füllen und Entleeren von Schleusen, beim Wasserabfluß durch Wehranlagen und aus Talpersperren durch *Schußbrinnen* mit *Tosbecken*, *Sturzbetten* an Wehren, *Stoßbalken*, -*blöcke* und -*schwelle*. Sondersauführung die *Rehböckische Zahnschwelle*. Bei der E. erwärmt sich das Wasser um $0,00234^\circ\text{C}$ je Meter Fallhöhe.

Energiewirtschaft, die wirtschaftl. Ausnutzung von Energiequellen für Beleuchtung, Raumheizung, Industriebetriebe und Verkehrsmaschinen. – Mit Ausnahme der Atomkraft ist die Sonne die primäre Kraftquelle, denn auch die fossilen Energietoffe (Kohlen, Erdöl) sind ursprüngl. auf die organ. Photosynthese einstiger Vegetation zurückzuführen. Die unmittelbare Nutzung der *Sonnenenergie* in Sonnenkraftmaschinen ist noch nicht rentabel (Florida, Kalifornien, Arizona, Taschkent), bleibt aber aussichtsreich. Durch Nutzung der Sonnenstrahlung auf dem Umweg über die Wärme ist nur ein geringer Wirkungsgrad erreichbar (zweiter Hauptsatz). Aussichtsreicher sind Photoelektrizität oder photochemische Reaktionen (z.B. Assimilation). Die Nutzung der *Strömungsenergie des Wassers* in Wasserkraftwerken erfordert zwar hohe Anlagekosten, ist aber im Betrieb billig. Die Ausnutzung der Kraft aller Wasserläufe der Erde (1953 wurden 0,11 % der Wasserenergie genutzt) ergäbe nur 10 % des Energiebedarfs. Die Kraftnutzung des *Grundwassergefülltes* am Schott-esch Schergi in Algerien ist eine Ausnahme. Bei günstigen Geländeformen der Küste ist die Ausnutzung der *Gezeitenenergie* (Ebbe und Flut) möglich. Eine Besonderheit ist die Kraftgewinnung aus Wasserschichten verschiedener Naturwärme (Wärmegefälle zwischen Meerwasser in 400 m Tiefe und Lagunenwasser über 30°C). *Heiße Dämpfe* und *heißes Tiefenwasser* werden in Larderello (Italien), auf Island und in Oregon, USA, genutzt. – Die *Windkraft* wird bisher nur in Kleinanlagen ausgewertet (Windmühlen, Windkraftmotoren); auf Segelfahrzeugen). – *Erdöl* wird noch auf viele Jahrzehnte ausreichend zur Verfügung stehen, da bei weitem noch nicht alle großen Vorkommen ermittelt worden sind. Die Vorräte an *Kohlen* dürften auch bei verstärktem Abbau noch für Jahrhunderte ausreichen, z.B. in Dtl. für 1000 Jahre. Aber nur ein Teil der Kohlen ist verkokbar; die riesigen Lager Asiens sind meist nicht für die Koksgewinnung – die vorläufig unentbehrliche Grundlage unserer Schwerindustrie – geeignet, oft sind sie anthrazitisch.

Weiterhin lassen sich die gewaltigen Lager von *Ölschiefer* ausnutzen. Eine 'letzte' Hoffnung mögen die ungeheuren *Bitumensandschichten* in Nordkanada (Tal des Athabaska) sein, deren Kohlenwasserstoffgehalt sämtliche bekannten Erdölreserven der Erde überwiegt. Die Nutzung von Atomenergie in Kraftwerken (Reaktoren) nimmt mit steigender Förderung von Uran- und Thoriumerzen zu; Standorte der Werke nicht nur in energiearmen Gebieten, sondern auch in Industriegebieten, um Kohle für Veredlungszwecke freizusetzen.

Enfleurage – Entfernungsmesser

ENERGIERESERVEN AUS FOSSILEN HEIZSTOFFEN (WELT)
IN 100 BILLIONEN KILOWATTSTUNDEN (10^{14} kWh)

	höchstens	mindestens
Kohlen	550	55
Erdöl	4	2
Erdgas	2	1,5
Ölschiefer	10	1,5
Bitumensande	15	
Torf	4	4
	585	64

NUTZUNG DER SONNENENERGIE (WELT)
IN BILLIARDEN KILOWATTSTUNDEN (10^9 kWh)
JE JAHR

	verfügbares Maximum	1950 ge- nutzt	mögliche Nutzung in 100 Jahren
Landvegetation...	45	2,5	7,5
Wasserfälle	270	0,7	4,5
Sonnenstrahlung (Kraftmaschinen)	12570	kaum	15
Sonnenstrahlung (Heizung)	7*)	kaum	2
Torf (erneuerungsfähig)	4	kaum	1
Wind	1,5	kaum	wenig
Wärmepumpen...	1,5	kaum	0,2
Tropische Gewässer	15		wenig

*) Verbrauchsmaximum.

Enfleurage, Verfahren zur Gewinnung natürlicher Blütenduftstoffe: die Blüten werden auf Rahmen (*Chassis*), die mit hochgereinigtem tierischem oder Mineralfett bestrichen sind, aufgestreut und geben ihren Duft an die Fettschicht ab. Das Fett wird mit Alkohol extrahiert, wobei die Duftstoffe in den Alkohol übergehen, während das Fett ungelöst bleibt. Durch Verdampfen des Alkohols erhält man die *Absolues d'enfleurage*.

Engländer, ein → Schraubenschlüssel mit verstellbarer Maulweite, erstmals in England verwendet.

Englergrad, nach dem Chemiker C. ENGLER (1842–1925) benannte Einheit zur Kennzeichnung der Zähflüssigkeit eines Schmieröls; sie ist durch das Verhältnis der Auslaufzeit eines Öls zu der gleichen Menge Wasser bestimmt.

Engschlieder, sehr dichter und fester Baumwollstoff in Schuflatlasbindung für Arbeitshosen.

Englischrot, *Eisenrot*, *Pariser Rot*, gut deckende Anstrichfarbe (Rostschutzmittel) aus Eisenoxid; sie wird auch zum Polieren von Metallen benutzt (*Polierrot*).

Engobe, *Beguß*, der Überzug einer keramischen Grundmasse mit andersgefärbten Massen. So überzieht (*engobiert*) man einen misfarbig brennenden Scherben mit einer weiß brennenden E. Farbige E. erhalten durch Metalloxide (z.B. Chromoxid, Kobaltoxid) die gewünschte Färbung.

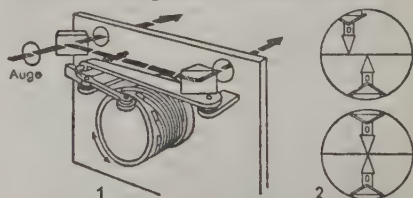
Enole, organ. Verbindungen mit der Atomgruppe $-CH=C(OH)-$, die tautomer mit der Carbonylform $-CH_2-CO-$ ist.

Enstatit, ein Mineral, → Pyroxene.

Entbasten, *degummieren*, Rohseide durch Abkochen in Seifenlauge vom Seidenbast (*Serizin*) befreien.

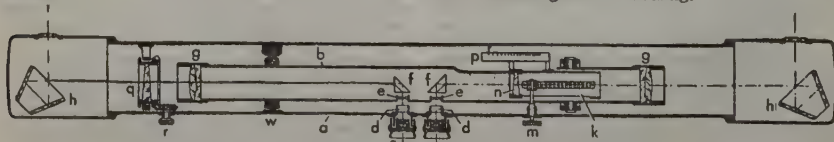
Entfernungsmesser, Telemeter, Teletop, Geräte

zum Messen der Entfernung eines Zielpunktes vom eigenen Standpunkt. Man unterscheidet Zielwinkel-E., Standwinkel-E. und Raumbild-E. Zielwinkel- und Standwinkel-E. beruhen auf dem Prinzip der Dreiecksmessung. Beim *Zielwinkel-E.* wird die Entfernung bestimmt aus der Größe des Ziels und dem Gesichtswinkel, unter dem das Ziel am Standort erscheint, d. h. der Größe des Zielbildes. Im Gesichtsfeld eines Fernrohres auf einer Skala entworfen, zeigt die Größe des Zielbildes auf der Skala unmittelbar die Entfernung an. Beim *Standwinkel-E.* wird die Entfernung bestimmt aus der Länge einer „Standlinie“ am Standort und dem Winkel, den die Verbindungslinien ihrer Endpunkte mit dem Zielpunkt am Ziel bilden. Zur Messung dieses Winkels wird das Ziel über zwei an den Enden der Standlinie aufgestellte Spiegelvorrichtungen beobachtet; die Spiegelwinkel werden dabei so eingestellt, daß die beiden Bilder in der Mitte der Standlinie aufeinanderfallen (koinzidieren: *Koinzidenz-E.*). Wird die Koinzidenz an zwei Bildern beobachtet, die beide einzeln das gesamte Gesichtsfeld des E. aus-



1 Mischbild-Entfernungsmesser mit halbdurchlässigem Spiegel (links) und Schwenkspiegel (Prisma rechts) mit Objektivverschiebung gekoppelt. 2 Kehr Bild-Entfernungsmesser: oben vor, unten nach der Einstellung.

füllen, so spricht man vom *Mischbild-E.* Liegen die zwei Bilder in zwei verschiedenen, in scharfer, meist horizontaler Trennungslinie aneinanderstoßenden Teilen des Gesichtsfeldes, wobei das obere Bild kopfstehend erscheint, so spricht man vom *Kehrbild-E.* oder *Inverttelemeter*. Beim *Raumbild-E.* (*Stereo-E.*) wird das Zielbild an beiden Enden der Standlinie zugleich, und zwar links mit dem linken Auge und rechts mit dem rechten Auge, betrachtet, wodurch die Tiefe des Raums deutlich wahrnehmbar wird. In den beiden Gesichtsfeldebene sind Entfernungsskalen eingefügt, die zusammen eine Raumbildskala ergeben, bei der die Striche wie Kilometersteine in die Tiefe des Raums verlaufen. An ihnen kann die Entfernung des Ziels unmittelbar abgelesen werden. – An Stelle der Entfernungsskalen finden auch verschiebbare Marken Anwendung, deren wandernde Raumbilder mit dem Ziel zusammenfallen müssen. Der E. der photograph. Kameras besteht meist aus zwei Suchersystemen, deren opt. Achsen gegeneinander schwenkbar sind, so daß die beiden Bilder für die verschiedenen Entfernungen zur Deckung gebracht werden können. Die eingestellte Entfernung ist dann an einer Skala ablesbar, die Einstellung des E. kann mit der Entfernungseinstellung des Objectives gekoppelt werden. Photograph. Apparate mit E. sind vor allem in der Vermessungstechnik wichtig.



Raumbild-Entfernungsmesser mit wandernder Marke (Schnitt): a Außenrohr, b Innenrohr (bei w verschiebbare), c Okulare, d rhombische Prismen, e Markenplatten, f Okulardachprismen, g Objektive, h Winkelspiegel, k Meßeinrichtung mit Einstellschraube m, Drehkeil n und Entfernungsskala p, q Drehkeil zur Berichtigung der Entfernungseinstellung mit Drehknopf r. (Nach König, Die Fernrohre und Entfernungsmesser)

A. KÖNIG – H. KÖHLER: Die Fernrohre und E. (*1959).

Entgasung, Entfernung von fein verteilten gelösten oder gebundenen Gasen aus chem. Stoffen. E. der Kohle erfolgt durch trockene Destillation (→Kokerei), E. von Metall- und Glasschmelzen durch Ultraschalltauschwinger (→Ultraschall) oder chem. Zusätze, wie auch die E. des Dampfkessel-Speisewassers.

Entglasung, technisch unerwünschte Kristallbildung in einer Glasschmelze, → Glas.

Enthalpie, *Gibbssche Wärmefunktion*, die bei konstantem Druck und konstanter Temperatur aufgenommene Wärmemenge; besitzt techn. Bedeutung bei der Berechnung von Wärmekraftmaschinen. Bei chemischen Reaktionen ist die E. gleich der negativen Wärmetönung bei konstantem Druck.

Entkohlung, der Entzug von Kohlenstoff aus der Randschicht eines Werkstückes aus Stahl.

Entladung, der Ausgleich der auf einem System von getrennten Leitern vorhandenen elektr. Ladungen verschiedenen Vorzeichens, bei dem das elektr. Feld zwischen diesen Leitern verschwindet (zusammenbricht). Die E. kann 1) durch galvanische Verbindung der Leiter erfolgen: Elektronenstrom in Metallen und Halbleitern, Ionenstrom in Elektrolyten, 2) durch die aus Spitzen oder glühenden Metallen (Elektronenemission) austretenden Elektronen, oder 3) in einem verdünnten Gas, in dem stets freie Elektronen und Ionen vorhanden sind, in Form einer → Gasentladung. *Entladungsröhren*, Geißlerische Röhren, → Gasentladungslampe.

Entnebelung, Entfernung der bei vielen industriellen Arbeitsprozessen sich bildenden unerwünschten und schädli. Wasserdampf- oder auch Chemikaliendampfnebel durch Heizplatten oder Absaugevorrichtungen möglichst unmittelbar über der Entstehungsstelle des Nebels, ferner durch Raumbelüftung, Warmflußheizung u. ä., gelegentlich auch durch chem. Mittel. Zur Beseitigung des verkehrstechnisch sehr lästigen Nebels auf Flugplätzen hat man bisher praktische Versuche auf elektrostatischem Wege (*Cottrell-Verfahren*) und mit Chemikalien gemacht.

Entindung, Entfernen von Rinde und Bast an Rundholz der Verarbeitung zu Grubenhölzern, Schnittholz, Zellstoff usw. *E.-Maschinen* arbeiten mit Messern, Schlageisen, scharfem Wasserstrahl, mit Reibung der Stämme in rotierenden Trommeln, mit reibenden Ketten oder Drahtseilen, seltener nach dem Prinzip der Furnierschälmaschinen.

Entropie, neben „Energie“ einer der wichtigsten Grundbegriffe der Physik, eine thermodynamische Zustandsfunktion. In der Wärmelehre (Thermodynamik) unterscheidet man zwischen *umkehrbaren* (*reversiblen*) und *nichtumkehrbaren* (*irreversiblen*) Vorgängen. Die E. bleibt innerhalb eines abgeschlossenen Systems bei einem reversiblen Vorgang unverändert, bei einem irreversiblen nimmt sie zu; ein Abnehmen der E. eines abgeschlossenen Systems ist durch den 2. Hauptsatz (*E.-Satz*) der Wärmelehre ausgeschlossen. In einem offenen System dagegen, das durch ständigen Stoffaustausch mit seiner Umgebung verbunden ist (z.B. ein lebender Organismus), kann die E. sowohl zunehmen wie auch gleich bleiben oder sogar abnehmen. – Da die E. ihre Größe nur bei irreversiblen Vorgängen ändert, kann man in ihr ein Maß der *Nichtumkehrbarkeit* sehen. Bei einem Gase z. B. ist (nach der kinet. Gastheorie) ein Zustand, in dem alle ständig in allen Richtungen durcheinander fliegenden Moleküle sich zufällig einmal in der einen Hälfte des verfügbaren Raumes angesammelt haben, viel weniger wahrscheinlich als einer, bei dem sie sich möglichst gleichmäßig über das ganze Volumen verteilt haben. Entsprechend abgewandelte Wahrscheinlichkeitsüberlegungen sind auch auf feste und flüssige Körper anwendbar. Es ist eine naheliegende Annahme, daß bei einer Zustandsänderung im allgemeinen der weniger wahrscheinliche Zustand in einen wahrscheinlicheren übergeht. Bei einem Gas bestätigt das Experiment diese Erwartung unmittelbar: wenn

ein gasgefülltes und ein evakuiertes Gefäß miteinander verbunden werden, dann verteilt sich das Gas gleichmäßig auf beide. Die größere Wahrscheinlichkeit der gleichmäßigen Verteilung des Gases auf beide Gefäße ist gleichbedeutend mit größerer Regellosigkeit oder „Unordnung“: infolge der Wärmebewegung besteht das *Bestreben*, den Zustand größter *Wahrscheinlichkeit* oder größter „Unordnung“ zu erreichen. Die Zustandsänderungen, bei denen die Wahrscheinlichkeit wächst, sind gerade die irreversiblen der Thermodynamik, bei denen die E. zunimmt. Nach L. BOLTZMANN ist die E. auch als Maß der *Zustandswahrscheinlichkeit* oder der „Unordnung“ aufzufassen.

Beim absoluten Nullpunkt hat die E. nach dem NERNSTschen Wärmesatz den Wert Null.

Da in der Natur immer und überall irreversible Vorgänge ablaufen, so müßte die E. der Welt, sofern man diese als ein abgeschlossenes System ansehen darf, nach der Theorie immer größer werden. Diese Entwicklung müßte schließlich zum Übergang aller Energie in die Form von Wärme und zum Ausgleich aller Temperaturdifferenzen führen (*Dissipation* oder *Degradation* der Energie). Damit müßte alles materielle Geschehen in der Welt aufhören. Dieser Endzustand wird nach NERNST als *Wärmehölle* bezeichnet. Die modernen kosmolog. Theorien lassen es fraglich erscheinen, ob man diese Überlegungen auf die Welt als Ganzes anwenden darf.

Technische Bedeutung besitzt die E. für die Berechnung von Wärmekraftmaschinen. Man verwendet nach MOLLIER ein Diagramm, in dem die → Enthalpie y in Abhängigkeit von der E. s aufgetragen ist, das *js-Diagramm*.

In der Nachrichtentheorie heißt E. der mittlere Nachrichteninhalt einer Nachrichtenquelle.

M. PLANCK: Vorlesungen über Thermodynamik (*1954); H. D. BAEHR: Thermodynamik (1962); J. D. FAST: E. (1960).

Entstaubungsanlagen, Anlagen zur Entfernung von Staub oder Abfallspänen, insbes. in Industriewerken. Ein künstlicher Luftstrom wird durch Vakuumpumpen, Gebläse oder Ventilatoren erzeugt (*Exhaustoren*), die durch Rohrleitungen mit den einzelnen Maschinen verbunden sind. Die abgesaugte Luft wird gereinigt, filtriert (Luftfilter, Fliehkraftabscheider, Schlauchfilter, Elektrofilter) und der Staub in Abscheidern gesammelt.

entstören, → Störschutz.

entwässern, 1) CHEMIE: Stoffe von mechan. anhängendem oder beigemengtem oder von chem. gebundenem Wasser befreien. Feste Stoffe werden dazu je nach Beständigkeit mehr oder weniger erhitzt, Flüssigkeiten mit einem Trocknungsmittel geschüttelt (z.B. 96%iger Alkohol mit gebranntem Kalk, feuchter Äther mit metall. Natrium), feuchte Gase über ein solches (z.B. wasserfr. Kalziumchlorid, Phosphorpentoxid) hinweggeleitet. Kleine Mengen empfindlicher Feststoffe läßt man im → Exsikkator über dem Trocknungsmittel stehen. E. durch Glühen (kalzinieren) → Soda.

2) → Bodenentwässerung.

Entwickler dienen dazu, das bei Belichtung in der Schicht erzeugte unsichtbare, *latente Bild* durch Reduktion des belichteten Silberkorns sichtbar zu machen. Meist werden Benzolderivate mit Hydroxyl- oder Aminogruppen in Ortho- oder Parastellung verwandt. Sehr gebräuchlich sind Metol, Hydrochinon, Brenzkatechin, Pyrogallol, Amidol und Derivate von Paraphenylendiamin in wäßriger Lösung. Ein Zusatz von Alkali (Pottasche) läßt den E. wirksam werden, Sulfid schützt ihn vor Zersetzung, und Bromkali verhindert ein zu schnelles Reduzieren der unbelichteten Halogensilberkörner (Schleierbildung). Bei der *Umkehrentwicklung* verwendet man nach dem ersten E. ein Bleichbad und ein Klärbad zur Entfernung des entstandenen Negativsilbers, belichtet das restl. Bromsilber gleichmäßig und entwickelt im zweiten E. zu einem Positiv.

Als *Farb-E.* verwendet man Derivate des p-Phenylendiamins (z. B. Diäthyl-p-Phenylendiamin), deren Oxydationsprodukte mit den Farbkomponenten-

ten oder Farbkupplern gefärbte Verbindungen geben. Die Farbkupplern werden den einzelnen Farbfilmschichten entweder beim Ansatz der Emulsion zugesetzt oder beim Entwicklungsprozeß nachträglich hineingebracht und „kuppeln“ mit dem beim Entwicklungsprozeß oxydierten E. an allen Stellen, an denen ein Bromsilberkorn entwickelt wurde. Es entsteht also neben dem schwarzen Silberbild noch ein Farbstoffbild.

Entzerrung, 1) PHOTOGRAMMETRIE: die Beseitigung von Bildverzerrungen auf Geländeaufnahmen, die durch die Abweichung der Aufnahmerichtung vom Lot entstehen. *Umbildgeräte* formen die Teilbilder einer Mehrfachkammer auf die Ebene des einen von ihnen um. *E.-Geräte* stellen ein Bild her, das einer Karte geometrisch ähnlich ist. Die E. wird in der Regel optisch erreicht: eine Lichtquelle, der Aufnahmeträger, ein Objekt und der Tisch für das entzerrte Bild können so angeordnet werden, daß 4 Bildpunkte auf die entsprechenden Kartenpunkte projiziert werden; dabei wird die optische Scharfeinstellung selbsttätig gesteuert.

2) ÜBERTRAGUNGSTECHNIK: Beseitigung von durch die Übertragungsglieder verursachten Verzerrungen durch Kunstschaltungen.

Entzündung, CHEMIE: der Beginn einer Verbrennung oder allgemein einer chem. Reaktion, die freiwillig und lebhaft unter Wärme- und Lichtentwicklung abläuft; diese setzt ein, sobald das reagierende Stoffgemisch auf eine bestimmte Temperatur, die *Entzündungstemperatur*, gebracht worden ist. Bei flüssigen Brennstoffen, Schmierölen u. dgl. unterscheidet man zwischen dem *Flamm-* oder *Entflammungspunkt*, bei dem die daraus entwickelten brennbaren Dämpfe sich entzünden lassen, und dem *Brennpunkt*, bei dem die Flüssigkeit selbst weiterbrennt.

Enzyme, Fermente, von lebenden Zellen in großer Vielfalt erzeugte besondere Eiweißstoffe, die gleich den anorgan. Katalysatoren chem. Reaktionen zu beschleunigen und zu lenken vermögen. Man bezeichnet die aus den Zellen leicht lösbaren E. als *Lyoenzyme*, während die fest in den Zellstrukturen verankerten E. *Desmoenzyme* heißen. - Der Name eines E. wird im allg. gebildet aus dem Namen des von ihm in spez. Weise angegriffenen Stoffes, seines *Substrates*, und der Endsilbe *-ase*. So heißt das den Rohrzucker (Saccharose) spaltende E. Saccharase, das den Malzzucker (Maltose) spaltende E. Maltase. Synthetische Vorgänge bewirkende E. werden durch die Endsilbe *-ase* gekennzeichnet, so die Oxytrilese der bitteren Mandeln, die aus Benzaldehyd und Blausäure optisch-aktives Mandelsäurenitril (Benzoxynitril) aufzubauen vermag. E. mit gleichartiger Wirkung werden in größere Gruppen zusammengefaßt (ÜBERSICHT S. 159).

Bei vielen Stoffwechselvorgängen, so bei der Gärung oder bei der Glykolyse, konnten die an den vielerlei Zwischenreaktionen beteiligten E. isoliert und einzeln studiert werden. In ihrem Aufbau aus den bekannten Aminosäuren unterscheiden sie sich nicht von anderen Eiweißen; ihre physiolog. Aktivität beruht wahrscheinlich auf der Faltung der Peptidketten (→ Eiweiß), so daß *aktive Zentren* und Stellen ausgezeichneter Affinität zu spez. Substraten entstehen. Viele E. erweisen sich als Proteide, zusammengesetzt aus einem hochmolekularen Eiweißanteil, dem *Apoenzym* (= kolloider Träger oder *Pheron*) und einem damit verbundenen, abtrennbaren, niedermolekularen Nicht-eiweißanteil, dem *Koenzym* (= aktive oder prosthetische Gruppe; *Agon*). Nur das gesamte E. (*Holoferment*, *Holoenzym*) ist wirksam. Es hat sich gezeigt, daß dem Apoenzymanteil die Substrat-Spezifität, dem Koenzymanteil die Wirkungs-Spezifität des Holoenzym zukommt. Koenzyme sind oft Derivate von → Vitaminen, d. h. die betreffenden Vitamine wirken im Organismus in der Form von an spez. Apoenzym-eiweiße gebundenen Koenzymen. Die Schutzwirkung der Vitamine bei mangelhafter Ernährung ist also in der Sicherstellung eines ausreichenden E.-Bestandes für den Stoffwechsel begründet.

CHEMISCHE NATUR EINIGER KOENZYME

Enzym	Koenzym
Katalase	Eisen-Porphyrin-System
Peroxydase	" " "
rotes Atmungsferment (Cytochrom)	" " "
gelbes Atmungsferment	Alloxazin (Vitamin B ₂ ; Laktoflavin)
Dehydrasen	Nikotinsäureamid-System (Vitamin B ₃ -Gruppe, Pellagra-Schutzstoff)
Karboxylase	Aneurin-pyrophosphat (Vitamin B ₁)
Aminosäuredekarboxylase	Pyridoxalphosphat (Vitamin B ₆ ; Adermin)

Auftrennungen von E.-Gemischen und Reinigungen lassen sich durch Fällungsmethoden (Alkohol, Azeton, Ammonsulfat) oder durch die von WILLSTÄTTER eingeführte Adsorption der E. z. B. an Tonerde oder Kaolin durchführen. Unter geeigneten Bedingungen gelingt es, die so gereinigten E. wieder von dem Adsorptionsmittel herunterzulösen (zu *elutieren*).

Viele E. spielen in der TECHNIK eine Rolle: die Gärungs-E. in der Brauerei- und in der Bäckerei-Industrie; Amylase als Entschlichtungsmittel in der Textil-Industrie; Lipasen und Proteasen in der Leder-Industrie zur Reinigung der Häute sowie in der Waschmittelindustrie usw. Manche E. finden auch medizin. Anwendung, wenn ein E.-Mangel im Verdauungstrakt zu beheben ist.

AMMON u. DIRSCHLER (Hg.): *Fermente - Hormone - Vitamine*, 3 Bde. (I^o 1959, II^o 1960, III^o 1962); HOFFMANN-OSTENHOFF: *Enzymologie* (1955).

Eosin, ein roter Farbstoff der Triphenylmethangruppe, entsteht durch Einwirkung von Brom auf Fluoreszein. Verwendung: Färben von Papieren, Herstellung von Lacken und roter Tinte.

Eozän, → Erdgeschichte.

Epakte, Mondzeiger, CHRONOLOGIE: die Zahl, die für einen bestimmten Tag angibt, wieviel Tage seit dem letzten Neumond verlossen sind.

Ephemere, vorausberechnete Angaben über die tägliche Stelle der Himmelskörper, werden in astronom. und naut. Jahrbüchern veröffentlicht.

Ephemeridenzeit, das 1958 eingeführte konstante Zeitmaß, das auf der Bahnbewegung der Erde, der Planeten und bes. des Mondes basiert. Einheit ist die *E.-Sekunde* = 1/31 556 925, 9747 des tropischen Jahres vom 31. Dez. 1899 12 Uhr E.

Epidiaskop, ein → Bildwerfer für Aufsichtsbilder. (Epi- und Durchsichtsbilder.)

Epidot, monoklines Mineral, Ca₂(Al, Fe)₂Si₂O₁₁(OH), grün, langprismatisch oder nadelig, bildet sich auf Gesteinskülfen bei der pneumatolytischen Zersetzung von Feldspäten, Hornblenden, Augiten usw. und in metamorphen Gesteinen.

Epimetamorphose, Gesteinsumwandlung nahe der Erdoberfläche (*Epizone*) bei niedriger Temperatur (400–500°C), geringem Belastungs- und sehr hohem einseitigem Druck (*Stress*). Die E. bewirkt mechanische Zerbrechung, aber auch geringe Umkristallisation (*Epigesteine*). In der Epizone herrschen hydroxylhaltige Mineralien wie Muskovit, Chlorit, Zoisit, Epidot vor.

Epigle, in Kettasmttechnik mit Zugruten gewebter Möbelstoff, dessen Pölschlingen nicht aufgeschnitten sind.

Epigene, langdauernde, sehr langsame, gleichsinnige Hebungen, Senkungen oder Kippungen großer Blockteile der Erdkruste, die auch heute fortdauern. Die Erdkruste ist nicht starr, sondern in steter langsamer Bewegung. *Epigene Bewegungen* sind die Ursache für Abtragung, Erosion, Verfrachtung und Ablagerung, Sedimentation. Die E. sind meist von der Größenordnung 1 m/Jahrhundert.

epithermal, niedrigthermal, heißt der Mineralausscheidungsbereich unterhalb etwa 200°C.

Epizentrum, → Erdbeben.

GRUPPENEINTEILUNG DER ENZYME

Katalysierte Reaktion	Enzym	Spezifische Substrate
Hydrolasen		
Hydrolyse von Esterbindungen: $\begin{array}{c} R-CO:OR' \\ \\ H:OH \\ \\ O \\ \\ R-O-P \begin{array}{l} \diagup OH \\ \diagdown OH \end{array} \\ \quad \\ H \quad OH \\ \\ R-O-SO_3H \\ \quad \\ H \quad OH \end{array}$	1. <i>Esterasen</i> a) Esterasen b) Lipasen c) Lezithasen d) Cholinesterasen e) Cholesterinesterase f) Phosphatasen, Nukleotidasen g) Sulfatasen	Ester niederer Fettsäuren Fette, Glycerinester höherer Fettsäuren Lezithine Azetylcholin Cholesterinester Phosphorsäureester (Nukleotide) Schwefelsäureester
Hydrolyse glykosidischer (Äther-) Bindungen in Kohlenhydraten $\begin{array}{c} R-O-R \\ \\ H:OH \end{array}$	2. <i>Karbohydrasen</i> a) Hexosidasen (Oligasen; Glykosidasen) b) Polyasen	Glykoside einfacher Zucker, Disaccharide (Saccharose, Maltose) Polysaccharide (Stärke, Inulin)
Hydrolyt. Spaltung von C-N-Bindungen (z. B. im Harnstoff): $\begin{array}{c} O \\ \\ H_2N-C-NH_2 \\ \quad \\ H \quad OH \\ \quad \\ OH \quad H \\ \hline = 2NH_3 + CO_2 + H_2O \end{array}$	3. <i>Amidasen</i> a) Urease b) Arginase c) Asparaginase Histidase d) Hippurase e) Purin-Desamidasen	Harnstoff Arginin Asparagin Histidin (Abbau zu l-Glutaminsäure) Hippursäure Aminopurine (Überführung in Oxypurine)
Hydrolyt. Spaltung von Peptidbindungen $\begin{array}{c} -CO-NH- \\ \quad \\ HO \quad H \end{array}$	4. <i>Proteasen</i> a) Peptidasen, Dipeptidasen Polypeptidasen Protaminasen b) Protinasen Pepsinasen (Pepsin) Tryptasen (Trypsin) Papainasen (Papain, Katherpsin) Labferment (Chymosin)	Dipeptide Polypeptide Protamine Eiweiße " " " " Kaseinogen
Desmolasen		
Dehydrierung (Wasserstoffübertragung)	1. <i>Hydrokinasen</i> a) Dehydrorasen Mutasen, Oxydoreduktasen	Stoffe mit disponiblen Wasserstoff; Aldehyde (Umwandlung im Sinne einer Oxydoreduktion, Cannizzaro-Reaktion)
Oxydation durch Sauerstoffaktivierung $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2$	b) Oxydasen Peroxydasen Atmungsfermente Phenoloxidasen c) Katalase	Oxydationsbereite Substrate, Sauerstoff oder H_2O_2 Wasserstoffperoxid H_2O_2
Desmolytische Spaltungsreaktionen	2. <i>Hilfsenzyme</i> Korboxylasen Korboanhydrase Isomerasen	Brenztraubensäure Aminosäuren Kohlensäure $(H_2CO_3 \rightleftharpoons CO_2 + H_2O)$ z. B. Glukose-6-phosphat (Übergang in Fruktose-6-phosphat) Glutaminsäure + α -Ketosäure
Übertragung von Amino- u. Phosphatgruppen	Pherasen Aminopherasen Phosphatübertragd. E.	z. B. Kohlenhydrate + Adenosin-triphosphat

Epizykloide, früher auch *Epizykel*, $\rightarrow$ Zykloide.
Epoxydharze, $\rightarrow$ Kunststoffe.

Er, chem. Zeichen für $\rightarrow$ Erbium.

Erbium, *Er*, chem. Element aus der Gruppe der $\rightarrow$ Lanthaniden; Ordnungszahl 68, Massenzahlen 166, 168, 167, 170, 164, 162, Atomgewicht 167,26, Dichte 4,7 g/cm³; Schmelzpunkt und Siedepunkt nicht genau bekannt. Ohne techn. Bedeutung.

Erbstein, $\rightarrow$ Aragonit.

Erdalkalimetalle, die Gruppe der chem. Elemente Beryllium, Magnesium, Kalzium, Strontium, Barium und Radium, im Atombau gekennzeichnet

durch 2 äußere Elektronen über abgeschlossenen Schalen ($\rightarrow$ Atom). Sie treten deswegen in ihren Verbindungen stets zweiwertig auf und stehen im Periodischen System der Elemente in der 2. Gruppe. Die Oxide, zuweilen auch die Hydroxide, von Magnesium, Kalzium, Strontium und Barium werden **Erdalkalien**, **alkalische Erden**, genannt; sie stehen im chem. Verhalten zwischen den $\rightarrow$ Alkalien und den $\rightarrow$ Erden.

Erdbau, Arbeiten zum Lösen, Laden, Verfahren und Einbau des Bodens (Bodenbewegung). Der Boden wird im Schacht von Hand, mit Maschinen

(Baggern) oder durch Sprengen gelöst. Liegt der Boden im Grundwasser, so muß im Schacht das Wasser abgepumpt werden (Wasserhaltung).

Zur Förderung dienen Schubkarren, Feldbahnen, Lastkraftwagen, Förderbänder oder Drahtseilbahnen. Sandiger Boden und leichter Tonboden (Klei, Schlick) wird auch unter Wasserzusatz in Rohrleitungen im Spülverfahren weiterbefördert. Der Boden muß so in Schichten abgelagert werden, daß er sich nicht zu sehr und zu lange setzt, und daß er in der vorgesehenen Böschung stehenbleibt, ohne daß Rutschungen eintreten. Die Sicherung der Böschungen gegen Wasserschäden geschieht durch Ansäen von Rasen, Belegen mit Rasenplatten, Anpflanzungen, Steinpackungen, Pflaster, aber auch durch Einbau von Entwässerungsleitungen, Sickerpackungen und Gräben am Böschungsfuß.

Der Boden wird „im Aushub“ gewonnen aus Baugruben, *Einschnitten* im Gelände oder *Anschnitten* an Hängen; er wird eingebaut in Dämmen oder als *Hinterfüllung* von Bauwerken.

Erdbeben, Erschütterungen des Erdbodens, die durch geologische Vorgänge in der Erdkruste ausgelöst werden. Es gibt 1) *Einsturzbeben* als Folge des Einbruchs von Hohlräumen, 2) *vulkanische Beben* als Begleiterscheinungen von Vulkanausbrüchen oder Lavabewegungen, 3) die an Zahl und Intensität bei weitem überwiegenden *tektonischen* oder *Dislokations-Beben*, die auf Verschiebungen oder Bruchbildungen in der Erdkruste und auf Gebirgsfaltungen (*Faltungsbeben*) zurückgehen. Ihren Ausgang nehmen E. von dem E.-Herd oder *Hypozentrum* in Tiefen bis zu 700 km; der Ort stärkster Bewegung an der Erdoberfläche ist das *Epizentrum*. Im *Epizentral-* oder *Schüttergebiet* sind die Bewegungen oft makroseismisch, d. h. fühlbar oder durch zerstörende Wirkungen feststellbar; in großer Entfernung treten nur mikroseismische Bewegungen auf, die durch → Seismographen der Erdbebenwarten registriert werden. Je nach der Entfernung vom Beobachtungsort spricht man von *Orts-, Nah- und Fern-Beben*; ihrer Stärke nach können E. von geringfügiger lokaler Erschütterung bis zu erdumfassender Wirkung gehen. Die stärkste Erdbebenentätigkeit (*Seismizität*) zeigen die großen Bruch- und Faltungszonen der Erdkruste, z. B. die Umrandung des Pazifischen

begleitet (Bodenknalle, Brontidi, Mistpoffers). Linien gleicher Schallstärke heißen *Isakusten*.

Die vom Hypozentrum ausgehenden elastischen Wellen (*E.-Wellen*) ergeben auf den Seismographen der E.-Stationen Aufzeichnungen, *Seismogramme*. Auf ihre Beobachtung stützt sich das physikal. Studium der E. (*Seismophysik*). Aus den Aufzeichnungen mehrerer E.-Warten erhält man *Laufzeitkurven*, deren Verlauf Schlüsse auf die Tiefen zuläßt, in denen Änderungen des Materials und der elast. Eigenschaften des Erdinneren auftreten.

Seit 1951 arbeiten die europäischen Seismologen in der *Europäischen Seismologischen Kommission* zusammen. E.-Warten befinden sich in Deutschland u. a. in Göttingen, Hamburg, Jena, Leipzig, Potsdam, Stuttgart.

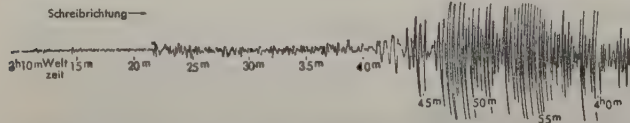
Erdbeckenleungung, → Fall.

Erdruck, der in der Tiefe vom Erdboden auf Körper, z. B. Bauteile ausgeübte Druck, im engeren Sinne die waagerechte Kraftwirkung des Bodens auf Stützmauern. Die 1770 von COULOMB begründete *E.-Theorie* wird heute noch angewendet, ist aber seither erweitert worden. Sie setzt vereinfacht kohäsionsloses Material und ebene (statt gekrümmter) Gleitflächen voraus. Aufgabe der E.-Theorie ist die rechnerische Untersuchung der Festigkeit des Baugrundes und der Belastung von Bauwerken durch Erdmassen. Als Festigkeitswerte werden *Reibungswinkel* oder *Reibungsziffern* eingeführt.

Erde, astronomisch der dritte der 9 Planeten unseres Sonnensystems, Zeichen $\oplus$. Die E. bewegt sich in 365 Tagen 5 h 48 min 46 s in einer fast kreisförm. Ellipse um die Sonne, die in einem Brennpunkt der Ellipse steht. Länge der E.-Bahn 936 Mio km, mittlere Bahngeschwindigkeit 29,755 km/s, kleinster Sonnenabstand (Perihel) am 2. Januar 147,0 Mio km, größter (Aphel) am 3. Juli 151,9 Mio km.

GESTALT, GRÖSSE, OBERFLÄCHE. Die E. dreht sich in 23 Stunden, 56 Minuten, 3,95 Sekunden (24 „Stundenden“) einmal von W nach O um ihre Achse; dadurch entsteht der Wechsel von Tag und Nacht. Die Drehachse steht nicht senkrecht auf der Erdbahn, sondern ist gegen sie um $66^{\circ}33'$ geneigt, wodurch die Jahreszeiten verursacht werden. Der Winkel schwankt in Jahrtausenden um 7 Grad, was entspr. Veränderungen im Klima zur Folge hat.

Die E. ist angenähert ein Rotationsellipsoid (Sphäroid, Geoid). E.-Durchmesser am Äquator 12756776 m, an den Polen 12713824 m; Abplattung 1:297; Länge des Äquators 40076594 m, E.-Oberfläche 510 Mio km², Volumen 1083 Mia km³. Jede Ebene



Anfang des Seismogramms eines japan. Erdbebens vom 1. 9. 1923, aufgenommen in 9190 km Entfernung vom Herd; Ost-West-Komponente ($\frac{1}{10}$ nat. Gr.).

Ozeane, die sich durch Südeuropa und Asien erstreckenden jungen Faltengebirge, die Mittelatlantische Schwelle und die großen Bruchzonen Ostafrikas, Relativ frei von E. sind alte Rumpf- und Tafelländer, z. B. Sibirien, Kanada, Innerafrika. – Auf ein stärkeres E. folgen zuweilen *Nachbeben* mit abklingender Stärke; Häufungen schwächerer Beben in gleicher Herdregion ohne vorhergehendes Hauptbeben werden als *Schwarmbeben* (E.-Schwärme) bezeichnet, *Relaisbeben* werden durch die Wellen eines vorhergehenden E. ausgelöst. Die Zahl der E. wird auf jährlich weit mehr als 100 000 geschätzt, von denen mehr als 5000 gefühlt werden und nur 100 zerstörend sind. Verbindet man auf einer Karte die Orte gleicher E.-Stärke, so erhält man *Isoseisten*, die oft Bruchzonen oder die wechselnde Beschaffenheit des Untergrundes erkennen lassen und daher ein Hilfsmittel zum geologischen Studium der E. sind.

Bei *Seebeben* liegt der Herd unter dem Meeresboden. Auf Schiffen durch Stöße wahrnehmbar, können diese E. beim Auftreten starker submariner Bodenbewegungen zur Bildung großer *seismischer Wogen*, *Tsunamis* (japan.), führen, die oft schwere Schäden durch Überschwemmungen an der Küste verursachen. E. sind meist von Schallerscheinungen

durch die Umkehrungsachse, die Polarachse, schneidet die E.-Oberfläche in einem Großkreis, dessen Hälften zwischen den Polen die *Meridiane* oder *Längenkreise* sind. Senkrecht zu ihnen verlaufen die *Breitenkreise* oder *Parallelkreise*, deren größter der Äquator ist; seine Ebene geht durch den E.-Mittelpunkt. Nach dem höchstmöglichen Sonnenstand (→ Eklptik) teilt man die E.-Oberfläche in Zonen ein, die durch Parallelkreise begrenzt sind. Die *heiße* oder *tropische Zone* reicht vom *Wendekreis des Krebses* ($23,5^{\circ}$ nördl. Breite) bis zum *Wendekreis des Steinbocks* ($23,5^{\circ}$ südl. Breite), die *kalten* oder *Polarzonen* erstrecken sich von den Polen bis zum *nördlichen* und *südlichen Polarkreis* ($66,5^{\circ}$ nördl. und südl. Breite); dazwischen liegen die *gemäßigten Zonen*. An Orten der heißen Zone gibt es im Jahr zwei Tage, an denen die Sonne durch den Zenit geht, in den anderen Zonen erreicht sie den Zenit nie. An Orten der kalten Zonen bleibt sie 1 Tag bis 6 Monate über oder unter dem Horizont. – 29% der E.-Oberfläche werden von Land, 71% von Wasser bedeckt. Die Verteilung von Land und Wasser ist sehr ungleich. Im N lagern sich um das Nordpolarmeer die breiten, nur durch schmale Meeresteile getrennten Landmassen Asiens, Europas und Nordamerikas



kas; nach S zum Äquator verschmälern sie sich; auf der Südhälfte spalten sie sich zu den halbinsel- und inselförm. Landmassen Südamerikas, Afrikas und Australiens auf und geben riesigen Meeresflächen Raum. Um den Südpol befindet sich eine Landmasse, das Südpolarfestland. Diese Anordnung läßt eine Landhalbkugel, deren Pol in der Gegend der Loiremündung liegt, von einer Wasserhalbkugel mit über 90 % Wasserfläche und dem Pol südöstl. von Neuseeland unterscheiden. Die mittlere Höhe der E.-Oberfläche ist 825 m, eine E.-Kugel ohne Höhen und Tiefen wäre gleichmäßig mit einem 2450 m tiefen Meer bedeckt. Die *E.-Krümmung*, derzufolge die E.-Oberfläche auf 1 km bereits um 7,8 cm von der Ebene abweicht, hat man durch Photographie aus 95 km Höhe direkt sichtbar machen können.



Erde: Schnitt durch das Erdinnere; er zeigt das natürliche Größenverhältnis der dünnen Erdkruste und der etwa gleich starken Lufthülle darüber zu den tieferen Erdschichten und deren vermuteter Untergliederung.

MASSE UND AUFBAU. Die E.-Masse beträgt $6 \cdot 10^{24}$ kg, also $\frac{1}{334489}$ der Sonnenmasse. Die mittlere Dichte der E. ist $5,514 \text{ g/cm}^3$. Da die Gesteine an der Oberfläche eine Dichte von nur 2,7 bis $3,1 \text{ g/cm}^3$ haben, wird von der Mehrzahl der Geophysiker angenommen, daß das Erdinnere aus sehr schweren Stoffen, der E.-Kern sogar aus Eisen (Dichte $9,6 \text{ g/cm}^3$) besteht. Aus der Beschaffenheit der Metore und gewissen Inhomogenitäten in der Ausbreitung der Erdbebenwellen ergänzt man diese Annahme zu dem (hypothetischen) Bild vom Schalenbau des E.-Körpers (BILD). Die durchschnittliche Temperatur der Erdoberfläche ist $+14,3^\circ \text{C}$. Die Temperatur des E.-Körpers nimmt in Richtung nach innen ständig zu; nahe der Oberfläche steigt die Temperatur der E.-Rinde im großen Durchschnitt alle 33 m um 1°C (geothermische Tiefenstufe). Bereits in 50 km Tiefe sind die Gesteine feuerflüssig, wie der Vulkanismus zeigt. Die Temperatur des E.-Kerns schätzt man auf $2000 \text{ bis } 20000^\circ \text{C}$. Da zugleich der dort herrschende Druck ungeheuer groß ist ($1,5\text{--}3,5 \text{ Mio atm}$), verhält sich der E.-Kern trotz der Hitze wie ein fester Körper. Eine Theorie nimmt an, daß der E.-Kern

aus praktisch unveränderter Solarmaterie (Sonnenmaterie) besteht. – Ein Bestandteil der E. ist die Atmosphäre, die an der E.-Bewegung teilnimmt.

Das *Alter der E.* hat man mit Hilfe radioaktiver Mineralien bestimmt. Dauer der E.-Neuzeit etwa 55–65, des E.-Mittelalters etwa 135–180, des E.-Altertums etwa 360–540 Mio Jahre; die davor liegende Zeit bezeichnet man als Erd-Urzeit. Die ältesten Gesteine, die Reste organischen Lebens zeigen, sind rd. 1 Mia Jahre alt, das Alter der festen E.-Rinde wird auf mehr als 3 Mia Jahre geschätzt.

TEKTONISCHES. Den Bauplan der Erdrinde bestimmen vornehmlich zwei Elemente: leicht bewegliche Zonen, die $\rightarrow$ Geosynklinalen, aus denen die durch zweiseitig symmetrischen Bau gekennzeichneten Kettengebirge (*Orogene*) aufsteigen, und alte erstarrte Tafeln, die *Kratogene*, denen weite Erstreckung und geringe Meereshöhe eigen sind. Kratogene sind im N der kanad. Schild, die grönländ. Masse, Fennoskandia, die russ. Tafel, die ostsibir. Masse (Angaraland), im S die brasilianische Masse, die Saharatafel, die australische Tafel. Die Kettengebirge umsäumen sie als schmale Bänder, in Amerika im W, in Eurasien im S und O. Der Gegensatz zwischen Orogenen und Kratogenen ist historisch zu verstehen. Letztere sind infolge Starrheit seit frühen geol. Zeiten in tektonischer Ruhe. Seit ihrer Bildung vollziehen sich die tekton. Prozesse in den labilen, orogenen Zonen, und zwar in Zyklen. So ist z. B. Europa, dessen älteste Teile Fennoskandia und die russ. Tafel sind, durch drei von N nach S fortschreitende Auffaltungen der Tethys-Geosynklinalen, die kaledonische, variszische und alpine Faltung entstanden.

TAMS: Grundzüge der physikal. Verhältnisse d. festen Erdkörpers (1952); STUMPF: Die E. als Planet (1955).

Erden, eine Reihe meist farbloser oder schwach gefärbter, schwer schmelzbarer und schwer reduzierbarer Metalloide. Man unterscheidet die in Wasser mit alkal. Reaktion mehr oder weniger löslichen *alkal. E.* ($\rightarrow$ Erdalkalimetalle) und die wasserunlöslichen eigentl. E. Zu letzteren gehören die *Beryllerde*, die *Tonerde* und die *Seltenen E.* (*Edelerden*) mit den Oxiden der $\rightarrow$ Lanthaniden, des Skandiums, Yttriums, auch des Thoriums. Diese Zusammenfassung entstand, ebenso wie die Benennung, selten, aus einem stets gemeinsamen, gemischten Vorkommen in seltenen Mineralien. Bei den Oxiden der Lanthanidengruppe werden zuweilen noch die Untergruppen *Zeriterden* (Lanthan-, Zerk., Praseodym-, Neodym-, Samariumoxid), *Terbinderden* (Europium-, Gadolinium-, Terbiumoxid) und *Yttererden* (Dysprosium-, Holmium-, Erbium-, Thulium-, Ytterbium-, Kassiopiumoxid, Yttriumoxid) unterschieden. *Erdssäuren* heißen die Oxide von Niob und Tantal (Niobsäure und Tantalsäure), da sie bei einer Salzbildung das Anion bilden.

Erdfall, Einsturztrichter über einer durch Auslaugung entstandenen Höhlung.

Erdfarben, natürliche Mineralfarbstoffe, meist weiße oder farbige Erden, die durch Malen, Sieben, Sichten oder Schlämmen verarbeitet werden. Sie dienen als Mal- und Anstrichstoffe oder als Unterlagen zur Herstellung von Farblacken.

Erdferne, *Apogäum*, $\rightarrow$ Apisden.

Erdfließen, *Bodenfließen*, die langsame oder schnellere Abwärtsbewegung einer stark durchnässten Erd- und Schuttmasse auf geneigter, wasserstauer Unterlage insbes. in der Polarregion und im periglazialen Raum ($\rightarrow$ Pleistozän).

Erdgas, im Erdboden enthaltenes Gas. Zwei Hauptgruppen: 1) Gasaushauchungen in vulkanischen Gebieten, die mit vulkan. Tätigkeit zusammenhängen und dem tieferen Erdinnern entstammen, vor allem Schwefeldioxid, Schwefelwasserstoff, Wasserdampf, Stickstoff, Kohlendioxid. 2) Natürliche Gasquellen in Gebieten mächtiger Sedimentanhäufung, liefern Schwefelwasserstoff, Kohlendioxid und hauptsächlich Kohlenwasserstoffe (die eigentlichen E.). Die letzteren stehen nach Zusammensetzung, Vorkommen, Entstehung in engster

Erdgeschichte – Erdmagnetismus

Beziehung zum Erdöl; sie sind der gasförm. Zweig der natürlich vorkommenden Bitumina. Das eigentliche E. enthält meist 80 bis 100 % Methan, dazu kommen Äthan, Propan, Butan, Pentan, Hexan, Heptan, gelegentlich Spuren von Sauerstoff, Olefinen, bes. Äthylen, sowie Kohlenmonoxid, Wasserstoff. Nachgewiesen wurden auch Helium, Neon, Argon. – *Trockenes E.* besteht fast ganz aus Methan, dazu bisweilen Äthan, Propan, Butan, die bei Atmosphärendruck gasförmig sind; *nasses E.*, das gewöhnlich zus. mit Erdöl auftritt, enthält außerdem in namhafter Menge Pentan, Hexan, Heptan, die als Flüssigkeiten abseidbar sind, aber unter bestimmten Temperatur- und Druckverhältnissen im E. als Dämpfe ausströmen. Nasses Gas wird getrocknet (Abscheidung auch von Benzin; in den USA bis 10 % der Gesamtbenzinproduktion). E. dient in steigendem Umfang als Rohstoff für chem. Synthesen (junge Großindustrie, bes. in Texas).

Erdgeschichte, Formationskunde, wird in Zeitabschnitte eingeteilt; die Unterteilung nach Zeitalter, Formation (Periode, System), Abteilung, Stufe, Gruppe, Zone oder Schicht ergibt eine immer kürzere Zeitspanne und genauere Bestimmung.

Zeitalter	Formation	Abteilung
Känozoikum (Neuzeit)	Quartär	Holozän (Alluvium)
		Pleistozän (Diluvium) ¹⁾
	Tertiär ¹⁾	Pliozän
		Miozän
		Oligozän Eozän Paläozän
Mesozoikum (Mittelalter)	Kreide ¹⁾	Oberkreide Unterkreide
		Malm
	Jura	Dogger Lias
		Trias
		Keuper Muschelkalk Buntsandstein
Paläozoikum	Perm	Zechstein
		Rotliegendes
	Karbon ¹⁾	Oberkarbon Unterkarbon
		Oberdevon
	Devon ¹⁾	Mitteldevon Unterdevon
		Silur
		Gotlandium (Obersilur) Ordovizium (Untersilur) Kambrium Oberkambrium Mitteltkambrium Unterkambrium
Algonkium (Präkambrium)		
(Frühzeit)		
Archaikum (Urzeit)		

¹⁾ Stufenbezeichnungen dieser Formationen vgl. das betr. Stichwort.

Die geolog. Zeitmessung ist i. a. relativ. Absolute Messungen sind auf geolog. Grundlage z. B. durch Auszählung gebänderter Sedimente, die auf einen jährl. Klimawechsel schließen lassen, auf astronom. Grundlage durch Vergleich mit der Strahlungskurve und auf physikal. Grundlage mit radioaktiven Messungen des Mengenverhältnisses $Pb:U$ und $Rn:U$ nach der chem. Analyse eines Uranminerals möglich. Danach liegt die Wende Trias/Perm z.B. 200 Mio, das Kambrium etwa 500 Mio Jahre zurück. R. BRINKMANN: Abriss d. Geologie, Bd. II (*1961).

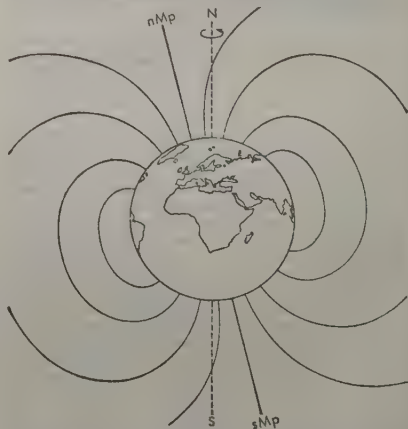
Erdinduktor, ein Gerät zur Bestimmung der Neigung der Kraftlinien des erdmagnetischen Feldes gegen die Horizontale, der magnetischen Inklination, → magnetische Messungen.

Erdlicht, Erdschein, aschgraues Mondlicht, Aufhellung des von der Sonne nicht unmittelbar be-

leuchteten Teils des Mondes durch die von der Erde zurückgeworfene Sonnenstrahlung.

erdmagnetische Instrumente dienen zur Messung der Elemente des Erdmagnetismus, → magnetische Messungen.

Erdmagnetismus. Die Erscheinung eines die Erde umgebenden magnetischen Feldes ist dadurch nachweisbar, daß sich eine frei hängende Magnetnadel in eine bestimmte Richtung einstellt, die *magnetischer Meridian* oder magnet. Nordrichtung genannt wird. Der E. bewirkt die Magnetisierung eisenhaltiger Körper und erzeugt in rotierenden, geschlossenen Leitern elektr. Ströme. Als magnet. *Deklination (D)* oder *Mißweisung* bezeichnet man den Winkel zwischen der magnet. und der geograph. Nordrichtung, als *Nadelabweichung* den Winkel zwischen magnet. Nord und der nach Nord weisenden Gitterlinie des geodät. Netzes. Die *Inklination (I)* ist die Neigung des magnet. Feldes gegen die Waagerechte. Die gesamte Feldstärke wird *Totalintensität (T)*, der waagerechte Anteil *Horizontalintensität (H)*, der senkrechte *Vertikalintensität (Z)* genannt. Diese Größen sind die Elemente des E. Verbindet man die Orte gleicher Elemente durch Linien, dann erhält man *isomagnetische Linien*; für gleiche *D* heißen diese *Isogonen*, für gleiche *I* *Isoklinen*, für gleiche Feldstärke *Isodynomen*. Die Isogone für $D = 0$ heißt *Agone*, die Isokline für $I = 0$ magnet. Äquator. Da das Nordende der Magnetnadel auf den physikal. Südpol zeigt, ist der im Norden, 1955 bei 73,8° n.Br. und 100,8° w. Lg. gelegene arktische oder boreale Magnetpol süd magnetisch; entsprechend ist der antarktische oder australe Magnetpol, bei 68,1° s.Br. und 144,0° ö. Lg., ein magnet. Nordpol. In diesen Punkten, die ihre Lage mit der Zeit ändern, steht das erdmagnet. Feld senkrecht. – Das an der Erdoberfläche beobachtbare Feld umfaßt ein Innen- und ein Außenfeld. Das *Innenfeld* hat seine Ursache im Erdinnern. Es läßt sich als das Feld eines Magneten darstellen, der nahe dem Erdzentrum liegt und dessen Achse die Erdoberfläche in den *geomagnet. Polen* schneidet, die mit den vorher genannten nicht identisch sind. Senkrecht zu den magnet. Meridianen dieses ideellen Feldes, das die Grundlage für die Berechnung des E. in dem die Erde umgebenden Raum bildet, läßt sich ein System *geomagnetischer Breiten* festlegen. Das Innenfeld läßt sich in einen permanenten Anteil und einen solchen zerlegen, der seine Richtung und Stärke im Laufe der Jahre ändert (*Säkularvariation*). Die aus magnet. *Landesaufnahmen* erhaltenen Werte der magnet. Elemente lassen sich in einen normalen und einen anomalen Anteil



Erdmagnetismus: Magnetfeld der Erde; N geograph. Nordpol, nMp nördl., arktischer Magnetpol; S geograph. Südpol; sMp südl., antarktischer Magnetpol; die ---- Linie ist die Nord-Süd-Achse.

zerlegen; jener entspricht einer gleichförmigen Magnetisierung der Erdkugel, dieser wird durch unregelmäßige Magnetisierung des Untergrundes hervorgerufen. Durch ihn entstehen magnet. Störungsgebiete von wenigen m oder km bis zu fast kontinentalem Ausmaß (magnet. Anomalien: Kursk in Rußland, Kirunavaara in Nordschweden, Ost- und Westpreußen). Dem Innenfeld überlagert sich das schnellen Änderungen unterworfenen Außenfeld. Seine tägliche Variation folgt vor allem dem Tagesgang der Sonne. Der ultraviolette Teil der Sonnenstrahlen macht die → Ionosphäre leitend. Nach der Dynamotheorie wird diese durch die Gezeitenkräfte von Sonne und Mond im Erdfeld bewegt, so daß in ihr Stromwirbel erzeugt werden, die im Tageslauf nach Westen um die Erde wandern. Das magnet. Feld dieser Wirbel gibt die Sonnen- und die mondentägliche Variation, → magnetische Stürme.

Die Ursache des E. ist noch nicht mit Sicherheit bekannt; man vermutet, daß er auf Elektronenbewegungen oder konvektive, durch die Erddrehung geordnete Strömungen im metallisch-flüssigen Material der Kernoberfläche der Erde zurückgeht.

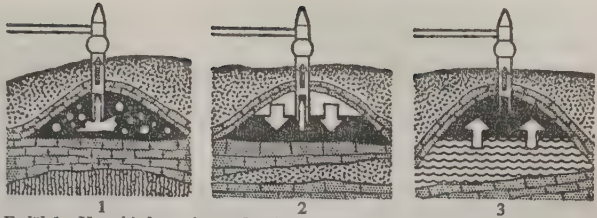
CHAPMAN u. BARTELS: Geomagnetismus (1940).

Erdmetalle, die Metalle, deren Oxide → Erden genannt werden.

Erdnähe, Perigäum, → Apsiden.

Erdöl, Gemische flüssiger → Kohlenwasserstoffe, die neben Kohle und Wasser die wichtigsten Energiequelle sind. E. tritt in unterird. Ansammlungen frei oder von porösem Gestein aufgesaugt auf. Rohöl ist dick- bis dünnflüssig, hell bis dunkelschwarzbraun, meist grünlich fluoreszierend. – Wahrscheinlich entstand E. durch Jahrmillionen währende Ablagerung pflanzlicher und tierischer Kleinlebewesen auf Meeres- und Seeböden, Umwandlung in Faulschlamm, Zersetzung unter bakterieller und katalyt. Einwirkung in Kohlenwasserstoffe (organisch-katalytische Theorie). Der Gehalt des E. an optisch aktiven Verbindungen macht einen biologischen Ursprung wahrscheinlich. – Vorkommen vorwiegend in Sedimentgesteinen (Konglomeraten, Kalkstein, Schieferstein, Sandstein).

FÖRDERUNG durch Tiefbohrung; tiefste Förderbohrung: 4733 m in Kalifornien, tiefste Schürfböhrung: 7730 m (West-Texas, 1958). Das E. fließt durch Gas- oder artesischen Druck durch eingebaute Steigrohre (Tubings) mit Produktionskopf (Eruptionskreuz, Christmas-tree) von selbst aus, oder es wird durch Schöpfen („Kolben“, Pistonnieren) mittels Schöpfbüchsen im Bohrrohr oder durch Tiefpumpen mittels in Bohrloch versenkter Tiefpumpe mit über Tag befindlichem Antrieb gefördert. Fließt das E. in größeren Mengen der Bohrlochsohle zu, so preßt man in das Bohrloch Luft oder Erdgas, wodurch das E. in einem zweiten Steig-



Erdöl 1: Verschiedene Arten des Aufsteigens: 1 durch gelöstes Gas; das sich ausdehnende Gas drückt das Öl aus der Bohrung; 2 durch Gaskappe; eine Gasschicht drückt auf das Öl; 3 durch Wasserdruck; Wasser unter dem Öl drückt dieses nach oben. (Nach Schackne und Drake, Flüssige Energie)

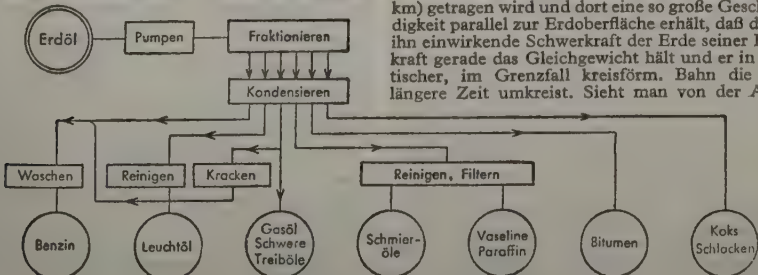
rohr nach oben gerissen wird (Liftverfahren). Beim Anreicherungs- oder Regenerierverfahren preßt man durch eine Sonde Druckluft in die ölführenden Schichten, wodurch bei der anderen Sonde ein Ansteigen der Förderung erreicht werden kann. Die Ölausbeute beträgt beim Schöpfbetrieb etwa 25 %, beim Pumpbetrieb 30–60 %, bei künstl. Druckverfahren 35–70 %. – Die gewonnenen E. sind mehr oder weniger benzin- oder paraffinhaltig (z. B. fast reines Benzin in Mittelgalizien). Sie werden in Ölleitungen mit Weiten bis zu 78 cm (Transarabienleitung) mit Pumpstationen transportiert. In manchen langen Ölleitungen (Pipelines) sind schraubenförmige Führungen eingebaut, durch die der Inhalt einen Drall erhält. Bei gleichzeitigem Durchleiten von Öl und Wasser wird dann durch die Zentrifugalkraft das Wasser nach außen getrieben. Da die Zähigkeit des Wassers geringer ist als die des Rohöls, werden so Reibung und Förderarbeit vermindert.

VERARBEITUNG durch fraktionierte → Destillation entweder im diskontinuierlichen Schicht- (Batch-) Verfahren (veraltet) oder kontinuierlich in stufenartig angelegten Kesselreihen oder im Rektifikationsturm, in dem die einzelnen Fraktionen durch gelochte Stahlplatten (Fraktionierböden) getrennt werden: Im ersten Turm werden leichter siedende Destillate, im zweiten schwerere Öle gewonnen (Doppelverfahren). Die Destillate werden raffiniert, gekrackt, durch Filterpressen gepreßt, wodurch man marktfertige Benzine, Dieselöle, Leuchtöle, Schmieröle, Paraffin, Asphaltbitumen erhält. Zum Raffinieren dienen Bleicherden, Schwefelsäure, Tiefkühlung mit Schwefeldioxid, Aktivkohle u. a. – Die Welt-E.-Förderung betrug 1961 (in Mio t) 1120,0, davon USA 354,3, Sowjetunion 166,0, Venezuela 155,9, Kuwait 82,7, Saudi-Arabien 69,1, Iran 58,8, Irak 48,8, Kanada 30,7, Indonesien 20,9, Mexiko 16,5, Algerien 14,5, Bundesrep. Dtl. 4,4.

HASSMANN: E. in Deutschland (1950); Zeitschr.: Erdöl und Kohle.

Erdbeben, Bergsturz, plötzliche Abwärtsbewegung einer durchnähten, breiigen Erdmasse auf geneigter, wasserstauernder schaufelförmiger Bahn, verursacht durch eine Gleichgewichtsstörung.

Erdsatellit, künstlicher Satellit (TAPEL) Raketen und Raumfahrt), Flugkörper, der durch Raketen bis in sehr große Höhen (mehrere 100 bis mehrere 1000 km) getragen wird und dort eine so große Geschwindigkeit parallel zur Erdoberfläche erhält, daß die auf ihn einwirkende Schwerkraft der Erde seiner Fliehkraft gerade das Gleichgewicht hält und er in elliptischer, im Grenzfall kreisförm. Bahn die Erde längere Zeit umkreist. Sieht man von der Atmo-

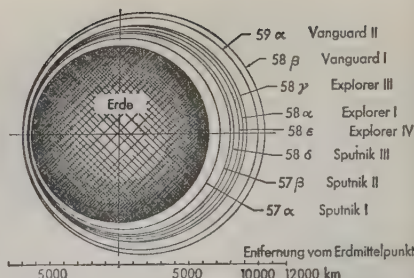


Erdöl 2: Schema der Verarbeitung

Erdschlußspule – Erichsenapparat

sphäre ab, so ist die Kreisbahngeschwindigkeit v (in km/s) durch die Gleichung gegeben: $v = \sqrt{\frac{g \cdot R^2}{R+h}}$ (g = Schwerebeschleunigung an der Erdoberfläche in km/s, R = Erdradius in km, h = Höhe über der Erdoberfläche in km).

Abweichungen vom horizontalen Abschuß oder von der Kreisbahngeschwindigkeit ergeben ellipt. Bahnen mit dem Erdmittelpunkt in dem einen Brennpunkt. Wirken nach dem Abschuß keine hemmenden Kräfte auf den E., dann ist seine Bahn stabil. Der Äquatorwulst der Erde bewirkt eine langsame Präzession der Bahnebene um die Erdsch. und eine zusätzl. Drehung des Perigäums der Bahn (Rosettenbahn). In der äußeren Atmosphäre hemmen die Luftmoleküle die Bewegung, wodurch sich Umlaufzeit und Bahn verkleinern und die Bahnform sich einem Kreis annähert. Dadurch wird die hemmende Wirkung ständig stärker, bis der E. sich durch Reibung so stark erhitzt, daß er verdampft. Alle E. tragen ihren Aufgaben angepaßte Meß-, Registrier- und Speichergeräte sowie Kleinstsender, die die Meßergebnisse automatisch oder auf Abruf senden. Größere E. enthalten Klimakammern für Pflanzen und Versuchstiere oder Aufenthaltskapseln für Raumpiloten, die mit zahlreichen Meß- und Registriergeräten für die Wirkungen von Beschleunigung, Schwerelosigkeit, kosm. Ultrastrahlung und psychischen Belastungen auf den menschl. Organismus sowie mit automatischen und auch handbedienten Navigations-, Nachrichten- und Sicherungseinrichtungen ausgestattet sind. Zu den gegenwärtigen Forschungsprogrammen gehören *Meß- und Forschungssatelliten* zur Messung von Temperatur, Luftdichte, Mikrometeoriten, verschiedenen Strahlungen, zur Sonnenbeobachtung, Erforschung der Ionosphäre (Discoverer, Explorer, Greb, Injun, Kosmos, Lofti, OSO, Sputnik, Vanguard), *Nachrichten- und Navigationssatelliten*, zum Teil auf solchen Bahnen, daß sie relativ zur Erde stillstehen (Courier, Echo, Relay, Score-Atlas, Telstar, Transit). *Wetterbeobachtungssatelliten* zur Pho-



Bahnen der ersten 8 Erdsatelliten: die einzelnen Flugkörper werden mit der Jahreszahl des Starts und fortlaufenden griechischen Buchstaben bezeichnet

folge erdmagnet. Variationen oder durch Ausgleich aller durch Niederschläge, luftpeltr. und andere physikal. oder chem. Vorgänge erzeugten Spannungen. Die in Begleitung magnet. Stürme auftretenden E. (bis zu 20 A) können in Fernmeldeanlagen mit geerdeter Rückleitung den Betrieb unmöglich machen. Die Richtung der E. rotiert in 24 Stunden zweimal um 360°.

2) *Vagabundierende E.* im Boden entstammen Starkstromanlagen mit geerdetem Nulleiter oder Bahnanlagen, die die Schienen als Rückleitung benutzen.

Erddung, die leitende Verbindung von elektr. Geräten und Leitungen mit der Erde (über eine Erdatleitung) 1) zum Schutz gegen Gefährdung durch elektr. Strom, bei elektr. Geräten z. B. durch einen *Schukostecker* (*Schutzkontaktstecker*), der das metall. Gehäuse des Gerätes, z. B. einer Waschmaschine, an die geerdete Ader des Lichtnetzes legt; 2) zum Schutz gegen Gefährdung durch Blitzschläge; 3) die E. von Antennen über einen Sender oder Empfänger (z. B. durch leitende Verbindung mit einer Wasserleitung) zur Ermöglichung des Sendens oder Empfangens. Bei Netzempfängern bildet das Lichtnetz und bei Autoempfängern die Karosserie einen Ersatz für die E. 4) Zur Störfreie in der Funktechnik.

Erdwachs, Mineral,
→ Ozokerit.

erg, die Maßeinheit der Arbeit (Energie) im CGS-System. $1 \text{ erg} = 1 \text{ dyn} \cdot 1 \text{ cm}$.

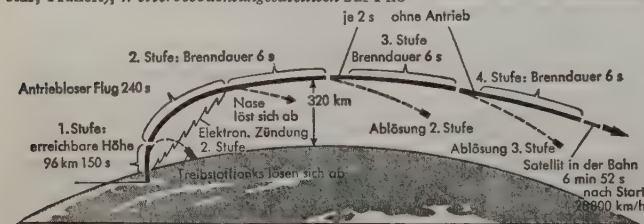
Ergosterin, wichtiges $\rightarrow$ Sterin des Pflanzenreichs. $C_{28}H_{48}O$

ngen vor. Es geht durch
n D_3 über.

Ergußgesteine, Effusivgesteine, die an oder in der Nähe der Erdoberfläche schnell und unter fehlendem oder geringem Überlagerungsdruck erstarren → Eruptivgesteine. E. sind häufig begleitet von Tuffen. Lagerungsformen sind Decken, Lavaströme, Kuppen, Lakkolithe (→ Gesteine).

Erhaltungssätze, Grundgesetze der Physik, die für abgeschlossene Systeme die zeitliche Konstanz (Erhaltung) der → Energie, des → Impulses und des → Drehimpulses fordern. Mit dem Impulssatz gleichwertig ist der → Schwerpunktsatz. Die träge Masse eines Systems bleibt nur erhalten, soweit keine Änderung der Gesamtenergie eintritt (→ Energie), da nach der Einsteinschen Gleichung $E = mc^2$ (E = Energie, m = Masse, c = Lichtgeschwindigkeit) mit jeder Energieänderung eine Massenänderung verbunden ist und umgekehrt. Weitere E. → Elementarteilchen.

Erichsenapparat, eine Vorrichtung zur Prüfung der Tiefziehfähigkeit dünnerer Bleche, wobei das Blech durch einen halbkugeligen Stempel so lange ausgebeult wird, bis es Anrisse zeigt.



Aufstiegbahn einer 4stufigen Erdsatelliten-Trägerrakete (Dt. Ges. f. Raketentechnik u. Raumfahrt)

tographie der Wolkenformen, Erkennung von Wirbelstürmen (Tiro), *militär. Frühwarn- und Beobachtungssatelliten* zur Erkennung des Abschusses feindl. Raketen u. a. (Midas, Samos), *Raumkapseln* zur Erforschung der Bedingungen einer bemannten Raumfahrt (Mercury, Wostok); außerdem viele Geheimsatelliten. Die Gesamtzahl der bis Ende 1963 gestarteten E. beträgt mindestens 150. E. sind, bei genügender Größe, in der Dämmerung im reflektierten Sonnenlicht sichtbar (bei Nacht sind sie im Erdschatten, am Tag werden sie vom hellen Himmel überstrahlt). Für später ist die Errichtung von bemannten wissenschaftl. und Raumnavigator. *Erdaußenstationen* geplant, die als geophysikal. und astrophysikal. Observatorien unter den idealen Bedingungen der fehlenden Lufthülle oder als Basen für eine bemannte →Raumfahrt dienen können.

Erdschlußspule, nach ihrem Erfinder auch *Petersen-Spule* genannt, dient bei elektr. Hochspannungsleitungen und -netzen zur Löschung eines **Erdschlußlichtbogens**, der durch atmosphärische Einflüsse, Vögel, Seilbrüche u. dgl. auftreten kann.

Erdströme, 1) elektr. Ströme in der Erdrinde (natürliche E.), verursacht durch Induktionen in-

Erosion, die abtragende Tätigkeit des fließenden Wassers, sowie die des Windes und des Eises.

erratische Blöcke, → Findlinge.

Erregermaschine, ein Gleichstrom-Hilfs-Generator, der die Erzeugnisse eines Wechsel- oder Gleichstromgenerators speist.

Erregung, 1) *elektr. E.*, die dielektr. Verschiebung, → Elektrizität.

2) *magnet. E.*, magnet. Feldstärke, → Feld.

erstarren, der Übergang vom flüssigen in den festen Aggregatzustand, bei *chem. einheitl. Stoffen* beim Unterschreiten der *Erstarrungstemperatur*. Manche *Gemische* (z. B. Wachs, Glas, auch Schmiedeeisen) werden beim Abkühlen zuerst zähflüssig, dann plastisch, schließlich fest. *Legierungen* und andere *Gemische* (z. B. Gold-Nickel, Kupfer-Silber) erstarrten innerhalb eines bestimmten Temperaturintervalls, des *Erstarrungsintervalls*, unter teilweise Entmischung, Mischkristallbildung, → Eutektikum und anderen Besonderheiten. → Schmelzen.

Eruption, aus Schloten, Spalten oder flächenhaft stattfindender Ausbruch von Gasen oder schmelzflüssigen vulkanischen Massen aus dem Erdinnern; auch der Ausbruch glühender Gasmassen aus Sternatmosphären, z. B. aus der Sonnenoberfläche.

Eruptivgesteine, *Massengesteine*, *magma-tische Gesteine*, entstehen bei der Erstarrung eines Schmelzflusses (Magma). In größeren Erdteilen kristallisiert die Mineral Komponente bei langsamer Temperaturabnahme und Abgabe der leichtflüchtigen Bestandteile voll kristallin nach den Gesetzen der → Kristallisationsdifferentiation aus. Bei schneller Abkühlung an der Erdoberfläche entstehen → Ergußgesteine.

Erythrolin, das Vitamin B₁₂.

Erwartungswert, MATHEMATIK: Wenn eine Veränderliche x die Werte $x_1, x_2, \dots, x_n$ annehmen kann und die Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen von x_i gleich w_i ist, dann ist $E(x) = x_1 \cdot w_1 + x_2 \cdot w_2 + \dots + x_n \cdot w_n$ der E. Er läßt sich interpretieren als der wahrscheinl. Mittelwert von x , den man bei mehreren Messungen von x erhält.

Erz, Mineral, aus dem Metalle oder Metallverbindungen gewonnen werden können. Bei Vorkommen von Metallen in der Natur spricht man oft von gediegenem E. In *sulfidischen E.* ist das Nutzmetall an Schwefel gebunden, in *oxydischen E.* an Sauerstoff. Von nichterzhaltigen (tauben) Gestein, der Gangart, wird das E. zur Anreicherung möglichst durch Aufbereitung getrennt. Das durch die trockene Scheidung gewonnene E. wird *Scheide-, Stufen-, Guterz*, das Erzeugnis der nassen Aufbereitung *Schlich, gewaschenes E., aufbereitete Pochgänge, Wascherz* genannt.

Die abbauwürdigen E.-Vorkommen (*Erzlagertstätten*) finden sich entweder ins Gebirge eingebettet oder als oberflächl. Schuttablagerungen (Seifen, Seifenlager). Erzanhäufungen in Spalten, die die Gesteinsschichtung unter einem Winkel durchschneiden, heißen *Erzgänge*; mit der Gesteinsschichtung gleichlaufende Erzgänge sind die *Lagergänge*. Massige, unregelmäßige Erzanhäufungen in einem Gestein oder auf der Grenze zweier verschiedener Gesteine heißen *Erzstöcke*; sie werden unterschieden in die *Lager- oder liegenden Stöcke* und die *Gang- oder stehenden Stöcke*.

Die Erforschung nutzbarer mineral. Rohstoffe innerhalb der Erdkruste (*Lagerstättenforschung*) geschieht durch Studium der geolog. Verhältnisse an Hand geologischer Karten, ferner durch Schürfgängen und -schächte. Zur Untersuchung in der Tiefe dienen geophysikal. → Aufschlußmethoden.

P. KUKUK: Geologie, Mineralogie und Lagerstättenlehre (1960).

Es, chem. Zeichen für → Einsteinium.

Essenz, hochkonzentrierte naturreine oder künstliche, meist alkoholische Lösung von Geschmacks- oder Geruchsstoffen zur Aromatisierung von Nahrungs- und Genußmitteln.

Essig wird aus alkoholhaltigen Flüssigkeiten durch *Essigfärgung* (*Gärungs-E.*) oder aus reiner Essigsäure durch Verdünnen mit Wasser erhalten.

Neben → Essigsäure kann E. geringe Mengen Zucker, Extraktstoffe, Mineral- oder Bukettstoffe enthalten. Handelssorten sind *Speise-E.* (5 % oder 10 % Essigsäure), *Wein-E.*, dessen Säure ausschließlich aus dem Alkohol des Weines stammt, mit 7 % oder 10 % Essigsäure. *E.-Essenz* wird durch Verdünnen von 100 % iger Essigsäure (Eisessig) auf 80 % Säuregehalt hergestellt.

Rohstoffe zur Herstellung sind *Wein, Bier, Obst, Malz, Brantwein* und *Sprit*. *Destillations-E.* erhält man durch Reinigen des bei der Destillation von Holz anfallenden → Holzessigs. *Synthetischer E.* wird aus Azetylen hergestellt.

Gärungs-E. stellt man durch Oxydation von Alkohol über Acetaldehyd zu Essigsäure durch *Essigsäurebakterien* her. Beim *Orléansverfahren* füllt man liegende Fässer zur Hälfte mit Maische, einem Gemisch z. B. aus Wein mit Weinessig als Bakterienüberträger. Der leere Teil der Fässer besitzt Luftöffnungen. Nach 2–3 Tagen entsteht auf der Flüssigkeit eine Haut (*Kahmhaut, Essighaut*) von Essigsäurebakterien, zugleich tritt Erwärmung ein. Nach einigen Wochen ist der Alkohol bis auf etwa 0,2 % umgesetzt. Nach dem *Pasteurverfahren* wird die Oxydation beschleunigt durch Auffüllen der keimfrei gemachten Maische in flache Kufen und anschließende Impfung mit einer Reinkultur von Essigsäurebakterien. Das heutige *Schnellesigverfahren* (J. S. SCHÜTZENBACH) arbeitet mit *E.-Bildnern*, hohen Standfässern, die meist mit Buchenrollspänen (sehr groben Hobelspanen) gefüllt sind. Die Maische wird mit Spritzrohr oder Spritzkopf automatisch aufgebracht und rieselt über die Füllung nach unten, wobei der Alkohol von den auf der sehr großen Oberfläche der Maische wachsenden Essigsäurebakterien oxydiert wird. Wird Spritessig hergestellt, wobei die Maische nur aus verdünntem Alkohol und Essigsäure besteht, so setzt man zur Förderung des Wachstums der Bakterien geringe Mengen von Malzextrakt und Nährsalzen zu. Ein solcher *E.-Bildner* verarbeitet in 24 Stunden 2–3 l Alkohol, die 15–25 l eines 10 % igen E. ergeben (*Normalbildner*). Daneben sind auch *Kasten-* sowie *Tankbildner* aus säurefest ausgekleidetem Stahlbeton im Gebrauch. Beim *Rundpumpverfahren* wird die Maische von unten her ständig wieder nach oben gepumpt, bis in etwa 8–10 Tagen die Umwandlung vollzogen ist. In modernen Anlagen wird Aufzugsmenge, Luftzufuhr und Maischekühlung vollautomatisch geregelt. – In keinem Bildner kann eine höhere E.-Konzentration als 15,5 % erzielt werden, da darüber die Essigsäurebakterien nicht mehr zu arbeiten vermögen.

K. DECKER: Die aktivierte Essigsäure (1959).

Essigester, *Essigäther*, *Essigsäureäthylester*, $\text{CH}_3 \cdot \text{COOC}_2\text{H}_5$, gewonnen durch Behandeln von Acetaldehyd mit Aluminiumalkoholat, dient medizinisch als anregendes Mittel, technisch als Lösungsmittel und bei organ. Synthesen, → Azetessigester.

Essigsäure, $\text{CH}_3 \cdot \text{COOH}$, organ. Säure, das zweite Glied in der Reihe der Fettsäuren, kommt frei oder in Form ihrer Ester in Pflanzen vor, ist verdünnt der wesentliche Bestandteil des Essigs. Reine E. riecht stechend, wirkt stark ätzend, siedet bei 118°C und erstarrt bei 16°C zu eisähn. Kristallen (*Eisessig, Acetum glaciale*). E. bildet sich bei der Essigfärgung, → Essig. Für techn. Zwecke wird sie aus dem bei der Holzverkohlung als Nebenprodukt anfallenden → Holzessig gewonnen, der mit Kalk neutralisiert und eingedampft wird; aus dem gewonnenen Graukalk (unreines Kalziumazetat) wird die E. mit Schwefelsäure in Freiheit gesetzt und durch fraktionierte Destillation gereinigt und konzentriert. Die Hauptmenge der E. wird durch katalyt. Oxydation von Acetaldehyd (aus Azetylen) mit Luftsauerstoff hergestellt.

Die Salze der E. heißen → Azetate. Die Alkali- und Erdalkaliazetate können noch 1 oder 2 Moleküle E. unter Bildung *saurer Azetate* addieren.

Aluminiumazetat, *essigsäure Tonerde*, Gemisch basischer Aluminiumazetate, wird in der Medizin in 8 % iger wässriger Lösung als antisept. und mild adstringierendes Mittel benutzt, dient außerdem zum

Ester – expandierter Kork

Imprägnieren von Geweben. **Bleiazetat**, *essigsäures Blei*, $Pb(C_2H_3O_2)_2 + 3H_2O$, ist der **Bleizucker**. **Kupferazetat**, *essigsäures Kupfer* ($C_2H_3O_2$), $Cu + H_2O$, ist als bas. Salz Bestandteil des Grünspan. **Zinkazetat**, *essigsäures Zink*, $Zn(C_2H_3O_2)_2 + 2H_2O$, ist officinell und wird sowohl innerlich als Beruhigungsmittel und Brechmittel als auch äußerlich als Adstringens angewendet.

E.-Anhydrid, $(CH_3CO)_2O$, wird hauptsächlich durch katalyt. Oxydation von Acetaldehyd (neben Essigsäure) sowie aus Essigsäure oder Ketten hergestellt. Verwendung bes. zur Einführung der Azetylgruppe in organ. Verbindungen (**Azetylierung**).

Ester, organ. chemische Verbindungen, die bei Einwirkung von Alkoholen auf Säuren unter Wasseraustritt entstehen. Beispiel: Äthylalkohol und Salpetersäure, $CH_3-CH_2-OH + H^+O-NO_3$, ergeben unter Wasseraustritt Äthylnitrat oder Salpetersäureäthylester, $CH_3-CH_2-O-NO_3$. Zur Herstellung wird bei Gegenwart von konzentrierter Schwefelsäure oder gasförm. Chlorwasserstoff als Katalysator ein Gemenge von Alkohol und Säure erwärmt. Zwei- und mehrbasische Säuren können **neutrale E.** und **saure E.** (Estersäuren) bilden. So ist die Äthylschwefelsäure, $C_2H_5 \cdot O \cdot SO_3 \cdot OH$, der saure E. der Schwefelsäure. Viele E. dienen ihres angenehmen Geruchs wegen als Duftstoffe und Fruchtessenzen (**Fruchthäther**). Eine wichtige Klasse mit besonderen Eigenschaften sind die Fette, die E. des Glycerins mit den höheren, gesättigten und ungesätt. Fettsäuren (Palmitinsäure, Stearinsäure, Ölsäure, Linolinsäure usw.).

Esterasen, → Enzyme.

Estrich, Fußboden aus einer zusammenhängenden, anfangs weichen, später erhärtenden Masse, die eine fugenlose Fläche bildet: Lehm-E., Kalkmörtel-E., Zement-E., Traß-E., Gips-E., Asphalt-E., Sorelzement-E. (→ Steinholz). Wird die E.-Schicht zur Erhöhung der Trittschalldämmung auf federnden Zwischenlagen, wie z. B. Glasfasermatten, verlegt, spricht man von **schwimmendem E.**

Eta-Meson, η -Meson, → Massenresonanzen.

Etamin, gazartiges Gewebe in Leinwand- oder Scheindreherbindung für Gardinen und dergl.

Eu, chem. Zeichen für → Europium.

Eugenol, ein ungesättigtes Phenol der Zusammensetzung $C_8H_8 \cdot (OH) \cdot (OCH_3) \cdot (CH_2 \cdot CH = CH_2)$, gibt dem Nelkenöl seinen Geruch und wird aus ihm durch Ausschütteln mit Kalilauge technisch gewonnen. Wichtiger Riech- und Geschmacksstoff.

Euklas, monoklin-prismat., farbloses bis hellblaugrünes seltenes Mineral, $AlBeSiO_4(OH)$, in Pegmatiten, z. B. in Brasilien, oder auf Seifen, z. B. am Ural; zuweilen als Edelstein verschliffen.

Euklid, griech. Mathematiker, lehrte Ende des 4. Jahrh. v. Chr. in Alexandria. Er faßte die Lehren der griech. Mathematiker in dem Werke »Die Elemente« zusammen, von dem 13 Bücher erhalten sind. Es diente bis in die neuere Zeit als Grundlage der Schullehrbücher. Die **euklidische Geometrie** ist die → Geometrie des dreidimensionalen Raums, der u. a. der Satz zugrunde liegt, daß durch einen außerhalb einer Geraden liegenden Punkt zu dieser Geraden nur eine Parallele gezogen werden kann (**euklidisches Axiom**, **Parallelenaxiom**). Der **euklidische Algorithmus** ist ein Verfahren zur Bestimmung des größten gemeinsamen Teilers zweier Zahlen.

eulanisieren, **mitinisieren**, Wollartikel, Federn, Roßhaar, Pelze u. ä. mit Eulan- oder Mitinpräparaten gegen tierische Schädlinge schützen.

Euler, Leonhard, schweiz. Mathematiker und Physiker, * 1707, † 1783, baute die analyt. Methoden der Mathematik aus, begründete die Variationsrechnung und befruchtete Astronomie, Physik, Technik. Opera omnia (1911 ff.).

Euler-Chelpin, Hans von, Chemiker, * 1873, Prof. in Stockholm, entwickelte neue Methoden zur Untersuchung von Enzymen und Vitaminen. 1929 Nobelpreis (mit A. HÄRDEN).

Eulersche Formeln, 1) die Formel $e^{ix} = \cos x + i \cdot \sin x$ und deren unmittelbare Folgerungen für die Darstellung von $\sin x$ und $\cos x$ durch e^{ix} (e Basis

der natürl. Logarithmen); 2) Formeln zur Berechnung der Koeffizienten einer Fourier-Reihe.

Eulerscher Satz, **TOPOLOGIE**: ein für Eulerscher Polyeder (Vielflächer von einfachstem Zusammenhange) gültiger Satz: Werden die Anzahl der Ecken, Flächen und Kanten mit e, f, k bezeichnet, so gilt $e + f = k + 2$.

Europium, **Eu**, chem. Element, Metall aus der Gruppe der → Lanthaniden; Ordnungszahl 63, Massenzahlen 153, 151, Atomgewicht 151,96; Schmelzpunkt zwischen 1100 und 1200°C; Siedepunkt und Dichte nicht genau bekannt. E. ist ohne techn. Bedeutung. **E.-Verbindungen** werden minimal besonderen Leuchtmassen zugesetzt.

Eurotron, das in Genf für das Institut des Europ. Kernforschungsrates gebaute Protonensynchrotron von 28 Milliarden Elektronenvolt.

Eutektikum, ein bei vielen Zwei- oder Mehrstoffsystemen bei niedriger Temperatur aus vorher einheitlicher Schmelze erstarrendes, feines Gemisch der im festen Zustand nicht mehr gegenseitig löslichen Kristallarten.

eV, Abk. für → Elektronenvolt.

Evaporator, Verdampfer, Gerät zur Darstellung salzfreien Speisewassers für Dampfkessel und Dampfmaschinen aus Seewasser. **Evaporieren**, eindampfen, verdampfen. **Evaporimeter**, **Evaporometer**, der Verdunstungsmesser.

Evaporographie, die Aufzeichnung von Ultrarot- oder Wärmestrahlung mit Hilfe dünner Schichten leicht verdampfender Substanzen, 1840 von F. W. HERSCHTEL erfunden; er fotografierte auf alkoholgetränktem Papier das Sonnenspektrum im Ultraroten. 1929 benutzte CZERNY Kampfer und Naphthalin in dünnen Schichten zum gleichen Zweck. Bessere Ergebnisse (Empfindlichkeit 50 mal größer) ergaben sehr dünne Schichten von Petroleum, die Interferenzfarben zeigten. Durch die Bestrahlung änderte sich die Dicke und damit die Interferenzfarbe. Das Auflösungsvermögen ist ausreichend (etwa 10 Striche pro mm).

Evolute, der geometr.

Ort der Krümmungsmittelpunkte einer ebenen Kurve. Wenn man einen die E. berührenden Faden (BILD: AB_0) im Berührungspunkt (A) befestigt und in dauernd gespannter Lage der E. mehr und mehr anschmiegt, so beschreibt der andere Endpunkt die ursprüngl. Kurve, die deshalb auch die **Evolvente** der E. heißt.

Exciton, Kombination eines Elektrons im Leitfähigkeitsband eines Halbleiters mit einem Loch (Fehlen eines Elektrons) im Valenzband. Durch seine positive Ladung wird das Loch an das Elektron gebunden. Das Paar verhält sich wie ein „Teilchen“ im Festkörper.

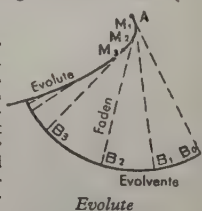
Exhalation, Gasförderung in Begleitung oder als Nachwirkung vulkanischer Vorgänge.

Existenzbeweis, **MATHEMATIK**: ein Beweis für die Existenz einer Größe (z. B. der n Wurzeln einer Gleichung n ten Grades), ohne daß es immer erforderlich oder möglich ist, die fragliche Größe anzugeben oder zu berechnen. Die Anhänger des Intuitionismus lassen nur E. gelten, die zugleich einen Weg zur Berechnung der unbekannten Größe weisen (**Konstruktionsbeweis**).

exogen heißen alle von außen auf die Erdrinde einwirkenden Kräfte und Vorgänge.

exotherm heißen chem. Vorgänge, die unter Wärmeabgabe verlaufen, z. B. die Verbrennung. Die Menge der freiwerdenden Wärme beträgt meist zw. 10 und 100 kcal je Mol Umsatz. → endotherm.

expandierter Kork, ein durch Erhitzen bei 400°C unter Luftabschluß (bis um etwa 50 %) aufgeblähter Kork, der für Wärme- und Schalldämmstoffe sowie geschrotet zur Herstellung von Platten, Steinen, Zöpfen zur Umwicklung von Rohrleitungen u. dgl. dient.



Expansion, die Volumenvergrößerung eines Gases, bei isothermen Zustandsänderungen mit Druckverminderung verbunden. Gegensatz: Kompression. Geschieht die E. in einem wärmeundurchlässigen Behälter, so kühlt sich das Gas ab (*adiabatische E.*).

E. des Raumes: → Ausdehnung, → Kosmologie.

Experiment, planmäßig durchgeführter wissenschaftl. Versuch zur Gewinnung von Erfahrungsdaten oder zur Bewährung oder Widerlegung einer Theorie. Ein E., das unter mehreren Theorien eine zu bewähren, die übrigen zu widerlegen gestattet, heißt *experimentum crucis*. Gedanken-E. veranschaulichen eine Theorie oder weisen auf neue Bewährungs- oder Widerlegungsmöglichkeiten hin.

explizit gegeben heißt eine Zahl oder eine Funktion, wenn sie einer Gleichung oder einer Funktionsgleichung entnommen werden kann, ohne daß diese Gleichung erst umgeformt oder gelöst werden muß. Gegensatz: *implizit*.

Explosion, unter Knall und heftigen mechan. Wirkungen eintretende plötzliche Volumenvergrößerung eines Körpers, wie sie z. B. bei der Zündung von Gemischen brennbarer Gase oder Dämpfe mit Luft als Folge einer Kettenreaktion eintritt. Als *E-Temperatur* oder Verbrennungstemperatur bezeichnet man diejenige Temperatur, auf die sich das Explosionsgemisch infolge der frei werdenden Reaktionswärme (*E-Wärme*) aufheizt. Gemenge aus brennbaren Gasen oder Dämpfen und Luft sind nur innerhalb ganz bestimmter Mischungsverhältnisse explosionsfähig (*E.-Grenzen*). → Explosivstoffe.

UNTERE UND OBERE EXPLOSIONSGRENZE (in Vol. %):

Kohlenoxid ... 16,1–73,4	Leuchtgas ... 9,8–25,0
Wasserstoff ... 9,5–65,8	Alkohol 4,0–13,6
Methan 6,0–11,9	Äther 2,9– 7,5
Azetylen 3,5–52,3	Benzin 2,1– 5,0

Explosionsformgebung, spanlose Formgebung von Metallen und Legierungen durch Anwendung einer Sprengladung. Das Metall wird durch den Explosionsdruck an die Wand einer Form gepreßt. Die E. kann vielfach an Stelle des Tiefziehens verwendet werden. Sie ist besonders für manche Metalle und Legierungen geeignet, die sich bei Raumtemperatur nur schwer verformen lassen.

Explosionsstamper, *Explosionsramme*, → Ramme.

Explosivstoffe, *Sprengstoffe*, einheitliche chem. Verbindungen oder Gemische, die sich bei Erwärmung, Schlag, Reibung oder Initialzündung meist dadurch plötzlich in große Mengen heißer Gase umsetzen, daß der verbrennliche Teil durch locker gebundenen Sauerstoff oxydiert wird. Von den chem. Verbindungen sind die Salpetersäureester mehrwertiger Alkohole wie Nitroglyzerin, Nitrozellulose u. a., sowie aromatische Nitroverbindungen wie Trinitrotoluol, Dinitronaphthalin u. a. praktisch bedeutsam. Bei Gemischen werden als Sauerstoffträger Kali- und bes. Ammonsalpeter sowie Chlorate, als verbrennliche Komponente Holzkohle, Pflanzenmehl und z. T. auch Schwefel benutzt. In Holzmehl aufgesaugter verflüssigter Sauerstoff dient zum Sprengen von Baumstüben (→ Oxylykrite).

Die übliche Einteilung der E. in Schieß- oder Treibstoffe, brisante Sprengstoffe und Zündstoffe beruht auf der Geschwindigkeit, mit der sich der Zerfall durch die Masse des E. fortsetzt. Die relativ langsam abbrennenden *Schießstoffe*, wie Schwarzpulver oder Nitrozellulose, wirken mehr treibend als zertrümmernd und werden daher für Kartuschen benutzt. Bei den brisanten *Sprengstoffen*, wie Dynamit, Trinitrotoluol, Hexogen, wirkt der plötzliche Gas- und Hitzestoß zerreißend; sie dienen für Granatfüllungen, Gesteinssprengungen u. dgl. Die *Zündstoffe*, wie Knallquecksilber und Bleiazid, sind mechanisch oder thermisch leicht zu zünden und bringen durch ihren äußerst heftigen Zerfallstoß unempfindlichere und reaktionstärkere Sprengstoffe wie Trinitrotoluol zur Explosion.

Die Eigenschaften der E., wie *Explosionswärme*, *Sprengkraft* (→ Bleiblockprobe), *Brisanzwert* (= spez. Energie · Dichte · Explosionsgeschwindigkeit) und

Schlagempfindlichkeit, sind genau erfaßbar und werden für die betr. Verwendungszwecke durch Mischen der Komponenten und Variation der Korngrößen abgestimmt; z. B. dürfen *Wettersprengstoffe* schlagende Wetter nicht zünden. Für den Gebrauch werden feste E. zu Formstücken verpreßt (*Sprengelatine*) oder geschmolzen in Granathülsen verpackt (Trinitrotoluol).

A. BERTHMANN: E. (*1960).

Exponent, *Hochzahl*, die hochgestellte Zahl an → Wurzeln und → Potenzen, z. B. die 2 in der Potenz 3^2 = 9. **Exponentialfunktion**, die Funktion $f(x) = a^x$, insbesondere $f(x) = e^x$ (e = Basis der natürlichen Logarithmen); graphische Darstellung durch *Exponentialkurve*.

Exposition, → Belichtung

Exsikkator, Laboratoriumsgerät, enthält im unteren Teil wasserbindende Substanzen (entwässertes Kalziumchlorid, konzentrierte Schwefelsäure, Silikagel), dient zum Aufbewahren wasserfrei gemachter oder zum Trocknen feuchter Stoffe, auch zum Eindunstenlassen kleiner Mengen von Lösungen.

Extinktion, die Abschwächung des Lichtes der Himmelskörper durch die Erdatmosphäre; auch die Absorption des Lichtes im Meerwasser, neben Tiefe und Salzgehalt im wesentl. von den Schwebstoffen abhängig.

extragalaktisch, *anagalaktisch*, außerhalb des Milchstraßensystems.

Extraktion, *Auslaugung*, das Herausziehen bestimmter Bestandteile aus Substanzgemischen mit Hilfe von Lösungsmitteln, wichtig in der Zuckerindustrie, beim Auslaugen von Hölzern, Rinden u. dgl.; ferner angewendet zur Gewinnung von Gerb- und Farbstoffen, zur Ölgewinnung aus Samen und Früchten sowie in zahlreichen anderen Zweigen der chem. Industrie. Als *E.-Mittel* werden verwendet: Wasser, Alkohol, Äther, Schwefelkohlenstoff, Petroleumbenzin, Tetrachlorkohlenstoff, CCl_4 („Tetra“), und Trichloräthylen, C_2HCl_3 („Tri“). Das Auslaugen kann durch Rührwerke unterstützt werden; häufig wird auch unter Luftverdünnung extrahiert. Nach der E. wird das Lösungsmittel von dem extrahierten Stoff getrennt und oft wiedergewonnen. Für die analyt. Bestimmung des Extraktgehalts dient der → Soxhlet-Apparat. – Bei der E. organ. Stoffe findet durch die Zellwände hindurch Osmose statt. Man nennt in diesem Fall die E.-Apparate *Diffuseure*.

Zum Entfernen löslicher Stoffe aus Dämpfen oder Gasen benutzt man *Waschtürme*. Die Dämpfe oder Gase treten unten in den Absorptionsapparat ein, das Lösungsmittel rieselt ihnen von oben entgegen und fließt als Lösung unten ab. Zur selektiven E. einer Flüssigkeit mit einem Lösungsmittel (*Solvent*, *E.*) wird dieses entweder mit der Flüssigkeit geschüttelt oder es durchdringt die Flüssigkeit im kontinuierl. Gegenstrom.

Extrapolation, das Ausdehnen einer mathemat. Beziehung über den Bereich hinaus, in dem sie ursprünglich gefunden wurde; wichtiges Hilfsmittel der mathemat. Naturwissenschaften.

Extremalprinzipien, mit den Newtonschen Bewegungsgleichungen gleichwertige Formulierungen der Gesetze der Mechanik.

Zuden *Differentialprinzipien* gehört das → D'Alembertsche Prinzip; setzt man in ihm statt der virtuellen Verrückungen Geschwindigkeits- oder Beschleunigungsabweichungen ein, so erhält man die Prinzipien von JOURDAIN und GAUSS. Danach muß der auf einen bewegten Körper ausgeübte „Zwang“ minimal sein (*Prinzip des kleinsten Zwanges*). Ein Spezialfall des Prinzips von GAUSS für kräftefreie Bewegungen ist das *Prinzip der geradesten Bahn* von HERTZ.

Die beiden *Integralprinzipien* von MAUPERTUIS und HAMILTON werden auch *Prinzipien der kleinsten Wirkung* (*Aktion*) genannt. Nach dem Maupertuischen Prinzip hat bei gleichbleibender Gesamtenergie die Wirkung längs der ganzen Bahn einen Extremwert. Sonderfälle für kräftefreie Bewegungen sind das *Fermatsche Prinzip* (→ Fermat) und das *Maupertuissche Prinzip des kürzesten Weges*, das auch

gilt, wenn der Massenpunkt in seiner Bewegung an eine gekrümmte Fläche gebunden ist. Im *Hamiltonschen Prinzip* bildet die Lagrangesche Funktion (auch kinetisches Potential oder freie Energie), in konservativen Systemen gleich der Differenz von kinetischer und potentieller Energie, die Grundlage für die Berechnung der (stets minimalen) Wirkung.

extremer Wert, *Extremum*, der größte (*Maximum*) oder kleinste Wert (*Minimum*) einer Funktion, wobei noch die Angabe der zum Vergleich zugelassenen Umgebung des Extremums nötig ist (*relatives Extremum*).

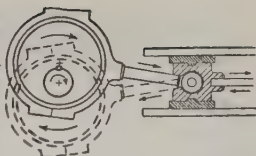
Extruder, eine Maschine, auf der meist über eine Schneckenpresse vorwiegend thermoplastische Kunststoffe im kontinuierlichen Verfahren zu Schläuchen, Bändern, Ummantelungen, Stangen,

Röhren u. a. Profilen verarbeitet werden.

Exzenter, Scheibe, die exzentrisch auf einer Welle befestigt ist; beim Bewegen schwingt sie um die Drehachse der Welle.

exzentrisch, in einer Ebene liegende Kreise oder Kugeln, die keinen gemeinsamen Mittelpunkt haben.

Exzentrizität, bei einem Kegelschnitt der Abstand eines Brennpunktes vom Mittelpunkt (*lineare E.*). Die lineare *E.*, geteilt durch die halbe Hauptachse, heißt *numerische E.*



Exzentergetriebe mit Kreuzkopf

F

F, 1) Abk. für →Parad. 2) Abk. für Fahrenheit (→Fahrenheitskala). 3) chem. Zeichen für →Fluor.

Facetten, 1) abgeschrägte Flächen (*F.-Schliff*) bei Edelsteinen und Glas; *facetieren*, F. anbringen. 2) **BUCHDRUCK**: abgeschrägte Kanten zu Druckplatten (Hochdruck) zur Befestigung mit Facetten-schuhen.

Fachwerk, 1) **BAUSTATIK**: ein starres System miteinander meist im Dreieck verbundener Stäbe (Pfosten, Streben, Gurte). Die Verbindungsstellen, die *Knotenpunkte* des F., denkt man sich zur Berechnung der Kraftverhältnisse im F. gelenkig. Die Stabkräfte lassen sich dann stets in die Stabrichtungen legen (Zug- und Druckkräfte). Wenn in jedem Knotenpunkt nur 3 Stäbe zusammenlaufen, so geschieht die Untersuchung rein zeichnerisch durch Ermittlung der den Gleichgewichtsfall kennzeichnenden Kraftecke (*Cremonaplan*) oder zeichnerisch-rechnerisch durch willkürliche Schnitte und die



Berechnung der an den Schnittpunkten auftretenden Momente (*Rittersches Schnittverfahren*). Um beim Cremonaplan eine eindeutige Lösung zu erhalten, muß man bei einem Knotenpunkt beginnen, an dem nur 2 Stäbe zusammenlaufen; Zusammen mit der äußeren Kraft (und dem halben Gewicht der Stäbe) ergibt sich ein eindeutiges Kraft-Dreieck, an das nun das Krafteck des benachbarten Knotenpunktes angefügt werden kann usw. 2) eine BAUWEISE für den Wandaufbau. Der herkömmliche alte *F.-Bau* wird stockwerkweise aufeinander gesetzt; das Wandgerippe besteht aus der unteren Schwelle (waagrecht auf Sperrpappe verlegt), den senkrechten Ständern (Stielen, Pfosten), dem oben waagrecht abschließenden Rähm und den Querriegeln und Streben (Verstiefung). Das Rähm trägt die Deckbalkenlage, diese das Traggerippe des nächsten Stockwerks. Die Häufung der Querhölzer in Deckenhöhe (Schwelle, Rähm, Balken) sowie das Einpressen der Ständer in die Schwellen führt zu sehr nachteiligen Setzungen durch Schwinden des Holzes. Neuere F.-Bauweisen suchen das dadurch zu vermeiden, daß die Ständer durch zwei Geschosse durchgehen; sie wurden entwickelt nach dem Vorbild der seit 150 Jahren in Amerika üblichen, aus normalisierten, bohlenartigen Hölzern zusammengefügten Konstruktion (*Frame*). Das Rähm wird innen, die Deckbalken seitlich an die Ständer angegellt, ebenso die Sparren. Die Absteifung wird durch unter 45° angelegte Verschalungen besorgt; Normlängen der Hölzer: 6, 7 und 9 m. Ständer und

Balken werden mit 45 cm Abstand von Mitte zu Mitte angeordnet. – Nach diesem Vorbild entstanden Holzgerippebauweisen mit stärkeren Konstruktionshölzern, mit Zimmermannsverbindungen, Zapfen, Bolzen und Ankern, entspr. weiteren Abständen der Ständer und Balken sowie Ausfüllung der Gefache mit Isolierstoffen (Bimsbeton, Glasfaser).

Fadenkreuz, 1) zwei Spinnfäden in der Mitte der Brennebene eines Objektivs, die sich senkrecht kreuzen. Ein F. kann auch aus mehreren Parallelfäden zusammengesetzt sein (*Fadenmatten*). Haltbarer als Spinnfäden sind Glasplatten mit eingeritzten feinen Strichen (→Fadenmikrometer). 2) die Aufteilung der Kettenfäden in bestimmter Reihenfolge durch Einlegen von zwei Querstäben.

Fadenmikrometer, *Schraubenmikrometer*, beim Fernrohr oder Mikroskop ein Metallrahmen, der ein eingespanntes →Fadenkreuz innerhalb der Brennebene von Objektiv und Okular meßbar zu bewegen oder zu drehen (*Positionsmikrometer*) gestattet.

Fadenmoleküle, durch Hauptvalenzbindungen linear aufgebaute Makromoleküle mit etwa 10³ bis 10⁶ Atomen. Ihre Länge kann die Größe von Kolloidteilchen erreichen oder sogar noch übertreffen (*Linearkolloide*, →Kolloide). F. finden sich in Naturstoffen wie Kautschuk, Seide, Wolle und Zellulose oder lassen sich synthetisch aufbauen, →Kunststoffe. In natürl. Fasern liegen die F. gestreckt und gebündelt vor, in künstlichen zunächst wattebauschähnlich verfilzt. Doch lassen sich auch bei diesen vielfach die F. *recken*, d. h. durch einen mechan. Streckvorgang in einer Richtung orientieren, wodurch die Festigkeit in der Orientierungsrichtung u. U. vervielfacht wird.

Fadenwächter, mechan. oder elektromagnet. Überwachungsorgan zum selbsttätigen Stillsetzen von Textilmaschinen bei Fadenbruch.

Fading, →Schwunderscheinung.

Fahlband, *Fallband*, die mit Schwefelkies und Magnetkies imprägnierten Lagergänge von Amphiboliten (Kongsberg in Norwegen, Mittelschweden).

Fahlerze, kubische, metallisch glänzende graue Mineralien, Cu₃AsS₄ (*Tennantit*, *lichtes F.*) und Cu₃SbS₄ (*Tetraedit*, *dunkles F.*), weit verbreitet, hauptsächlich auf hydrothermalen Lagerstätten. Sie enthalten meist einige Prozent Silber und sind wichtige Kupfer- und Silbererze.

Fahrdiagramm, *Fahrtzeitrechner*, Sonderform einer →Integrieranlage zum Berechnen der Fahrzeit von Eisenbahnzügen aus Zugkraft der Lokomotive, Wagengewicht, Gleisstigung und Fahrwiderstand.

Fahrdraht, bei elektr. Bahnen der Draht (meist Kupfer), dem der Fahrstrom entnommen wird.

Fähre, ein Wasserfahrzeug zum Transport von Menschen und Landfahrzeugen über Wasserläufe oder See. Antrieb von Fluß-F. oft durch Strömungsdruck, der durch Schrägstellung der F., sowie durch

Verankerung (*Pendel-F.*) oder Befestigung an einem über den Stromgespannten Seil mit Laufrolle (*Gier-F.*) erzeugt wird. Trajekte, Eisenbahn-F. oder F.-Schiffe, die Eisenbahnzüge befördern, benötigen Landestellen (F.-Betten) mit Gleisanschluß. Die *Schwebe-F.* hängt an einer Brückenkonstruktion.

Fahrenheitskala, die in den englischsprachigen Ländern übliche Temperaturskala, bei der der Temperaturbereich zwischen Gefrierpunkt und Siedepunkt des Wassers in 180 *Fahrenheitgrade* (Abk. °F) geteilt ist; den Gefrierpunkt von Wasser bezeichnet man mit 32°F, den Siedepunkt mit 212°F (G. D. FAHRENHEIT, * 1686, † 1736).

Fahrrad, ein zweirädriges Fahrzeug, das mit Muskelkraft durch Tretkurbeln angetrieben wird. Das Gleichgewicht beim Fahren wird durch die Bewegungsenergie, durch Verlagerung des Körpergewichts sowie durch Lenken des Vorderrades gehalten. Die Räder haben eine geringe Kreiselwirkung, die bes. beim Lenken des Vorderrades wirksam wird und zur Erhaltung des Gleichgewichtes erleichtert. – Der Rahmen aus nahtlos gezogenen Stahlrohren hat die Form eines Dreieck-Fachwerks. Beim Damenrad ist das Oberrohr heruntergezogen und zur Erhöhung der Festigkeit durch Stege mit dem Unterrohr verbunden. Die mit der *Lenkstange* drehbare Vorderradgabel hat eine Kröpfung, durch die das Vorderrad einen → Nachlauf erhält, der für die Stabilisierung des F. sehr wichtig ist und ein leichtes Lenken ermöglicht. – An den Naben der beiden *Lafräder* sind die Speichen tangential befestigt, um die Drehkräfte aufzunehmen; zur Aufnahme von Seitenkräften sind sie schräg zur Radebene ausgerichtet (doppelter Radsturz). Um eine Verformung der Metall- oder Holzfelgen zu vermeiden, müssen alle Speichen durch Nippel an der Felge gleichgespannt sein. Die Felgen tragen Schlauch und Mantel der Bereifung (*schmale, Halbballon- oder Ballonreifen*).

Das Hinterrad wird durch eine Kettenübersetzung 1:2 bis 1:4 (1 Kurbelumkehrung = 2-4 Radumdrehungen) getrieben; seltener sind kettenlose Wellengetriebe. Die Kette ist entweder eine einfache Rollenkette oder – bei Rennrädern – eine Doppelrollen- oder Blockkette. Neuere F. sind oft mit Gangschaltungen in Form von Doppel- oder Mehrfachübersetzungen ausgerüstet, durch die ein Getriebe aus mehreren Planetenzahnradsätzen (*Nabenübersetzung*) oder mehrere Zahnräder von verschieden großem Durchmesser (*Kettenschaltung*) betätigt werden. Die „überlange“ Kette wird dabei durch einen federbelasteten Leitrollenhebel gespannt. Ein autوماتisch wirkendes Getriebe, aber nur 2-gängig, ist das *Kreis-Getriebe*, bei dem der stärkere Kettenzug bei zunehmendem

Fahrowiderstand die Umschaltung bewirkt. — Die Freilaufnabe (→ Freilauf) des Hinterrades ermöglicht das Laufen des F. ohne Bewegung der Treteurbeln; sie ist mit der Rücktrittbremse verbunden. — Häufig ist das Vorderrad durch Blatt- oder Schraubenfedern zwischen Gabelkopf und Gabeln, das Hinterrad durch kleine Teleskop-Stoßdämpfer abgefedert.

Fahrstuhl, der → Aufzug.

Fahrtrepp, Rolltrepp, ein Beförderungsmittel für Personen, bes. in Kaufhäusern und Bahnhöfen. Die Stufen, die an einem endlosen umlaufenden Gurtband hängen und auf beiden Seiten mit Rollen in Schlitzen laufen, entstehen und verschwinden im Zu- und Abgang der Treppe infolge kurvenförmigen Verlaufs der Führungsschlitze für die Rollen. Für Zeiten schwachen Verkehrs ist die F. meist für selbstst. Anlaufen eingerichtet, wobei der Be-

nutzer beim Zugehen durch Treten auf eine Platte oder durch Unterbrechung eines Ultrarotlichtstrahls über eine Photozelle einen Kontakt auslöst, so daß der Antriebsmotor anläuft.

Fahrtrichtungsanzeiger sind *Blinker* mit periodisch aufleuchtenden Lampen an Vorder- und Rückseite, manchmal auch an den Seitenflächen. Sie werden durch Motor, schwingendes Magnet-system oder Bimetallstreifen betätigt.

Fahrtsschreiber, Tachograph, Meßgerät zur Überwachung von Geschwindigkeit und Fahrweg von Kraftwagen. Ihre Augenblickswerte werden gleichzeitig angezeigt. Außerdem werden oft die großen Geschwindigkeitsänderungen gezählt.

Fahrwerk, → Flugzeug.

Faksimile, Faksimiledruck, die getreue Nachbildung und Wiedergabe einer Originalvorlage, meist nach photograph. Verfahren.

Faksimile-Übertragung, Verfahren der Bildtelegraphie, → Bildfunk.

Faktoren eines Produktes $a \cdot b$ sind die Größen a und b , die miteinander multipliziert werden.

Fakultät, MATHEMATIK: Wenn n eine natürliche Zahl ist, also eine der Zahlen 1, 2, 3, ..., dann ist n -Fakultät, geschrieben $n!$, das Produkt $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot n$, z.B. $3! = 1 \cdot 2 \cdot 3 = 6$.

Fall, die nach dem Erdmittelpunkt gerichtete, beschleunigte Bewegung frei beweglicher Körper. Auf alle Körper wird in der Nähe der Erdoberfläche durch die Anziehungskraft zwischen Erde und Körper (Schwerkraft) unabhängig von der Masse der Körper überall annähernd dieselbe Beschleunigung ausgeübt, wenn von anderen Kräften, vor allem der Luftreibung, abgesehen werden kann. Die *Fallbeschleunigung* (*Schwerbeschleunigung*, *Erdbeschleunigung*) g hängt von der geograph. Breite φ und der Höhe h über dem Meeresniveau ab. Für $\varphi = 45^\circ$ und $h = 0$ ist $g = 9,806 \text{ m/s}^2$, für $\varphi = 0^\circ$ (Äquator) ist im Meeresniveau $g = 9,780 \text{ m/s}^2$, am Pol ($\varphi = 90^\circ$) $g = 9,832 \text{ m/s}^2$. Für je 1 m Höhe nimmt g um etwa $3 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}^2$ ab, solange h klein ist gegen den Erdradius (6371 km). Nach einer Fallzeit t hat ein frei fallender Körper die Geschwindigkeit gt erlangt und den Weg $\frac{1}{2} gt^2$ zurückgelegt. Für weit entfernte Körper (z. B. Mond) muß das vollständige Newtonsche Gravitationsgesetz angewandt werden.

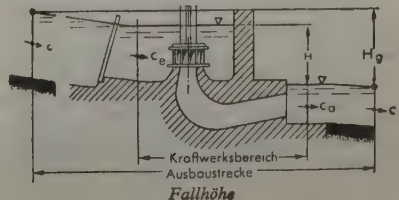
Mit *Fallmaschinen* lassen sich die Fallgesetze am verlangsamten Modell demonstrieren, indem man einen Teil der Schwerkraft durch Zwangskräfte (*Fallrinne* nach GALILEI) oder durch ein Gegengewicht (*Fallmaschine* nach ATWOOD) kompensiert.

Fallbügelprinzip wird angewendet, wenn in Abhängigkeit von der Zeigerstellung eines Meßgeräts Vorgänge eingeleitet werden sollen, jedoch das von Meßwerk aufgebrachte Drehmoment hierfür nicht in Anspruch genommen werden kann. In regelmäßigen Zeitabständen (etwa 25 s) bewegt sich ein Abtastbügel von oben oder unten auf den frei spielenden Zeiger zu. Damit kann man entweder eine Aufzeichnung der Meßwerte in Form einer punktierten Kurve erhalten oder je nach Zeigerstellung verschiedene Schaltvorgänge auslösen.

fallen, → streichen.

Fallhammer, ein → Maschinenhammer.

Fallhöhe, Gefälle, bei WASSERKRAFTANLAGEN: *Gesamt-F. H_g* ist der Höhenunterschied zwischen den Wasserspiegeln am Anfang und Ende der Ausbaustrecke; *Brutto-F. H_b* ist der Energieunterschied



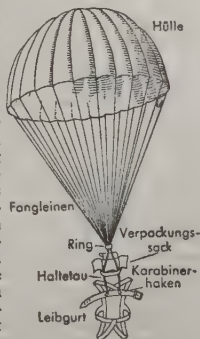
zwischen diesen Punkten: $H_b = H_g + \frac{c_a^2 - c_b^2}{2g} (c_a$ am Endpunkt der Ausbaustrecke, g Erdbeschleunigung). **Kraftwerks-F.** H ist der Höhenunterschied zwischen Oberwasser und Unterwasser am Kraftwerk, **Nutz-F.** H_n ist der Energieunterschied zwischen diesen Punkten.

fall out, die durch Regen oder trockene Sedimentation bedingte Ablagerung von radioaktivem Staub auf der Erdoberfläche (→ Verseuchung).

Fallreep, eine an der Bordwand von Schiffen herablaßbare Treppe, auf der man von einem Boot aus an Bord gehen kann. **See-F.**, **Jakobsleiter**, ist eine Strickleiter mit festen Sprossen.

Fallschirm besteht aus einem aus mehreren Stoffbahnen zusammengefügten, halbkugelförmigen Schirm aus Baumwolle, Seide oder Chemiefaser (Nylon u. dgl.), an dem die **Auslaufseile** befestigt sind. Sie laufen in einem Ring zusammen, von dem zwei kurze Aufhänge-seile zum Verpackungssack führen. Der Schirm besitzt in der Mitte ein etwa 40 cm großes Loch, um heftige Pendelungen beim Absprung zu vermeiden. Mit einer Mittelleine kann man die Sinkgeschwindigkeit begrenzen.

Bei **F. mit Handabzug** löst der Abspringende selbst mit Zugring einen Hilfs-F. aus, der sich aufbläht und dadurch den Hauptschirm aus dem Packsack herauszieht. Bei **F. mit Verbindungsleine** zum Luftfahrzeug wird der F. beim Absprung durch eine Zugleine herausgerissen, die einerseits am Luftfahrzeug, andererseits mit einer dünnen Reißschnur am Verpackungssack befestigt ist. Zur Entfaltung ist eine Zeit von durchschnittlich 3 s erforderlich. Die Sinkgeschwindigkeit beträgt nach voller Entfaltung etwa 5,5 m/s. — **Last-F.** mit bes. großen Abmessungen ermöglichen, zu 2 oder 3 vereint, den Abwurf von Lasten bis über 1 t.



Fallschirm (von Hand auslösbare Bauart)

Fällung, 1) Ausfällung, veraltet Präzipitation, das Abscheiden eines festen Stoffes aus einer Lösung. In Salzlösungen reagieren, bei Zusatz eines Elektrolyten als **Fällungsmittel**, Ionen der Lösung mit Ionen des Fällungsmittels und fallen als unlöslicher Niederschlag aus. Zur Abtrennung und Bestimmung von Elementen dient die **Fällungsanalyse**. Der Niederschlag wird von der Flüssigkeit meist durch Filtrieren oder Zentrifugieren abgetrennt und gewogen; auch kann der Reaktionsablauf volumetrisch verfolgt werden (**Fällungsanalyse**). **2)** die Ab-



Faltung: Schema verschiedener Arten von Falten über einem abgescherten Grundgebirge, durch einen Luftsattel ergänzt.

scheidung eines Metalls aus einer Metallsalzlösung durch elektr. Strom (→ Elektroanalyse).

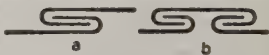
Faltboot, zerlegbares Paddelboot aus leichtem Holz- oder Metallgerüst mit einer Haut aus starker gummierter Leinwand.

Fältlung, GEOLOGIE: intensive, engschargige Kleinfaltung.

Faltung, regelmäßige oder unregelmäßige Verbiegung von Gesteinsplatten, meist durch orogene (gebirgsbildende) Vorgänge, wobei einzelne Falten oder Scharen von Faltenzügen entstehen. Die Biegebungen heißen **Mulden** (**Synklinalen**), die Aufwölbungen **Sättel** (**Antiklinalen**). **Faltengebirge** sind durch einmalige oder wiederholte F.-Vorgänge in lang gestreckte Faltenzüge aufgefaltete Gebirge. — **Faltungsphase**, → Orogenese.

Faltwerke, räumliche Tragwerke aus zwei oder mehr ebenen Scheiben in Form eines Prismas oder eines schlanken Pyramidenstumpfes, verwendet im Stahl- und Stahlbetonbau. Berechnung u. a. mit Hilfe der **Membrantheorie**.

Falz, beim Papier die Faltlinie, beim Buch das Gelenk der Einbanddecke. Der Buchbinder falzt mit **Falzbein**, maschinell mit der **F.-Maschine** (100 m Papierdurchlauf/min).

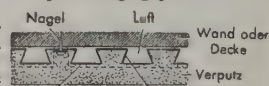


Falz: a einfacher, b doppelter Falz.

F. bei Blechen sind Randverbindungen gemäß BILD; es gibt **einfachen**, **doppelten**, **liegenden** und **stehenden Flach- und Rund-F.**

Leder falzen heißt, es auf gleichmäß. Dicke bringen; **Leder-F.-Maschinen** heben mit schnellaufenden Messerwalzen feine Späne ab.

F.-Ziegel sind Formziegel zur Dachdeckung. **Falzbautafel**, teer- oder bitumengetränkte Wollfilzpapptafeln mit trapezförmig gepreßten Falz-



Falzbautafel

nutzen, zur Absperzung feuchter Wände, an Stalldecken u. ä. Äußere Nuten geben Putzhafte, wandseitig bilden sie Luftkanäle, die zur Ermöglichung der Luftzirkulation mit der Raumluft in Verbindung sein müssen.

Fangwerk, → Sperrgetriebe.

Farad, Abk. F, Maßeinheit der → Kapazität. 2 Leiter haben gegeneinander die Kapazität 1 F, wenn eine elektr. Ladung von 1 C zwischen ihnen eine Spannungsdifferenz von 1 V erzeugt. Praktisch realisierbar sind Kapazitäten bis zu einigen 1000 $\mu F = 10^{-3}$ F. Eine Kugel von 0,9 cm Radius hat im Vakuum gegen eine hinreichend weit entfernte Platte eine Kapazität von 1 pF (**Pikofarad**) = 10^{-12} F.

Faraday, Michael, engl. Naturforscher, * 1791, † 1867, entdeckte das Benzol, die elektromagnet. Rotation, die elektromagnet. Induktion (1831), die Selbstinduktion (1835), die dielektr. und diamagnet. Erscheinungen, die Drehung der Polarisationssebene des Lichts durch ein magnet. Feld (**Faraday-Effekt** 1845, → **Magnetooptik**), die Grundgesetze der Elektrolyse (**F.-Gesetze** 1833/34).

SCHIMANK: Epochen der Naturforschung (1930).

Farbband, → Schreibmaschine.

Farbe, Gesichtsempfindung, die normalerweise durch Licht ausgelöst und durch das Auge vermittelt wird. Anderweitiger Gebrauch des Begriffes F.

soil hier vermieden werden; färbende Substanzen sind → **Farbstoffe** (löslich), **Pigmente** (unlöslich), **Farbmittel** u. a. (DIN 5033). Als **Farbreiz** wirkt nur die Strahlung des sichtbaren Lichts von 380 m μ bis 750 m μ Wellenlänge. Für jede Wellenlänge ergibt sich durch verschieden starke Reizung der drei Empfängermechanismen des Auges eine bestimmte F. Im allgemeinen besteht der Farbreiz nicht aus der Strahlung einer einzigen Wellenlänge, sondern aus einem beliebigen Gemisch mehr oder weniger breiter Wellenlängengebiete. Ein solcher Farbreiz kann als farbiges Licht von Selbstleuchtern oder von reflektierenden oder durchlässigen Gegenständen (**Körperfarben**) ins Auge gelangen. Der Farbreiz von **Körperfarben** entsteht durch spektrale Beeinflussung des auffallenden Lichts durch die Rück-

werfungs- oder Durchlässigkeitseigenschaften der Körperflächen; eine Körper-F. ist also nur in Verbindung mit der dazugehörigen Strahlung definiert. In der F.-Lehre mißt man die Veränderung der auffallenden Strahlung durch den *spektralen Remissionsgrad* (bezogen auf zurückgeworfene Strahlung) oder *Transmissionsgrad* (bezogen auf hindurchgelassene Strahlung). Beide sind gegeben durch das Verhältnis der Helligkeit (Leuchtdichte) des Körpers zu der einer ideal weißen Fläche bei gleicher Beleuchtung. Die *spektrale Remissions- (Transmissions-) Kurve* ist die Darstellung des Remissions- (Transmissions-) Grades als Funktion der Wellenlänge. Besitzt die Kurve eine rechteckige Gestalt mit höchstens zwei Sprungstellen von 0 auf 1 und umgekehrt, so liegt eine *Optimal-F.* vor.

Das Auge bewertet den einfallenden Farbreiz nach drei verschiedenen spektralen Empfindlichkeitskurven zugleich und läßt die drei Teilerregungen als Einheit ins Bewußtsein treten (*Farbmetrisches Grundgesetz*). Die Gestalt der drei Empfindlichkeitskurven kann man aus Versuchen mit partiell Farbenblinden erschließen. Für das normale Farbsehen kann man die Grundlagen aus Versuchen mit additiver Farbmischung ermitteln. Die *additive Mischung* entsteht durch Überlagerung von Strahlungen (z. B. Farbkreisen). *Subtraktive Mischung* tritt ein beim Betrachten bunter Flächen durch farbige Gläser, Hintereinanderschalten von Farbgläsern, Beleuchten von farbigen Flächen mit farbigem Licht, Mischen von Farbblößen. Das Ergebnis subtraktiver Mischung ist im Gegensatz zur additiven nicht vom Aussehen, sondern allein von den spektralen Eigenschaften der kombinierten Körper abhängig.

Die Gesetzmäßigkeiten der additiven Mischung führen zu den grundlegenden Methoden und Gesetzen der *Farbvalenzmetrik (Farbmaßlehre)*. Die Farbmessung beruht auf dem Gleichheitsurteil zwischen der unbekannten Farbe F und einer gleich aussehenden additiven Nachmischung aus bekannten Komponenten, z. B. $\mathcal{U}$, $\mathcal{B}$, $\mathcal{C}$. Man erhält $F = A\mathcal{U} + B\mathcal{B} + C\mathcal{C}$ (*Farbgleichung*), wobei A, B, C die *trichromatischen Maßzahlen* oder Farbwerte und $\mathcal{U}$, $\mathcal{B}$, $\mathcal{C}$ die *Primärvalenzen* heißen. Ordnet man den Primärvalenzen wie üblich je eine Ecke eines Dreiecks zu, so ist jeder danach eingezeichneten F. durch Schwerpunktkonstruktion ein bestimmter Punkt der Ebene zuzuordnen (*Farbtafel*). Darin begrenzen die Farborte der Spektralreize (*Spektralfarbenzug*) zusammen mit der *Purpurgeraden* die Fläche der durch reelle Farbreize erzeugbaren F. Da in der Farbtafel additive Mischungen aus zwei Komponenten auf der geraden Verbindungslinie zwischen den Farbpunkten der Komponenten liegen, kann man leicht angeben, welchen Spektralreiz man mit Unbunt mischen muß, um eine durch ihren Farbort gegebene F. nachzumischen. Die Wellenlänge des dazugehörigen Spektralreizes heißt die *farbtongleiche Wellenlänge*, der Anteil des Spektralreizes an der gedachten Mischung *spektraler Farbanteil*. Zusammen mit dem die Helligkeit symbolisierenden Farbwert bilden diese Kennzahlen die „Helmholtz-Maßzahlen“. Man kann eine Körper-F. auch darstellen als additive Mischung aus Weiß, Schwarz und einer reinsten F. des betreffenden Farbtons. Als diese reinste F. (*Vollfarbe*) definierte OSTWALD diejenige Optimal-F., deren Grenzen bei kompensativen Wellenlängen liegen. Die *Ostwald-Maßzahlen* einer F. sind daher Farbton (der Voll-F.) und zwei der drei Größen Weißanteil, Schwarzanteil, Vollfarbenanteil. Der Farbton wird dabei durch Vergleich mit dem *Ostwaldschen Farbkreis* (100- oder 24teilig) angegeben. Kennzeichnung von Körperfarben heute am besten nach dem System der DIN-Farbenkarte (DIN 6164) durch Farbton, Sättigungsstufe und Dunkelstufe.

F., die in der additiven Mischung bei bestimmtem Mischungsverhältnis Unbunt ergeben, heißen *kompensative F.*; *Komplementär-F.* sind ein Sonderfall von diesen: sie ergeben zusammen Weiß.

Faßt man die Farbwerte A, B, C als Koordinaten

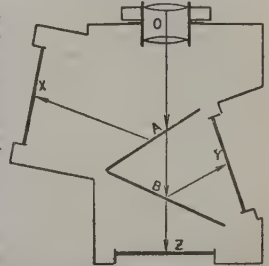
des *Farbvektors F* auf, so erhält man als räumliche Darstellung den *Vektorraum der F.*, in dem auch die absoluten Größen der Mischungsbeiträge (Helligkeit) mit zur Abbildung gelangen. Jeder Raumpunkt entspricht einer F.; F. gleicher Vektorrichtung unterscheiden sich nur durch ihre Helligkeit (sie haben gleiche *Farbart*). Das von den Körper-F. erfüllte und von den Optimal-F. begrenzte räumliche Gebilde im Vektorraum ist der *Luther-Nybergsche Farbkörper*. Trägt man über der Farbtafel die Helligkeit als senkrechte Koordinate auf, so erhält man den *Farbkörper nach Rösch*. Der *Ostwaldsche Farbkörper* ist eine stilisierende Vereinfachung des Luther-Nybergschen Farbkörpers.

P. J. BOUMA: F. und Farbwahrnehmung (1951).

Farbendruck. Die Herstellung von bunten Drucken in allen Druckverfahren (TAFEL Farbe). Beim *Drei-F.* benutzt man je eine Platte für Gelb, Rot und Blau; durch deren Übereinanderdrucken lassen sich alle Zwischentöne (z. B. Orange, Grün) erzielen. Die Druckformen werden hergestellt mit Hilfe von „Farbausnegativen“, photographischen Aufnahmen, die unter Verschaltung von Farbfiltern gemacht werden. Beim *Vier-F.* wird noch eine Schwarzplatte aufgedruckt, die die Zeichnung des Bildes vertieft. Die Dreifarbenskala wird vorwiegend beim Tiefdruck, bes. bei der Herstellung farbigter Zeitschriften verwendet. Am häufigsten findet die Vierfarbenskala Anwendung (beim Hoch- und Tiefdruck). Zur Wiedergabe schwieriger Vorlagen (Gemälde, Stoffmuster u. a.) im Flachdruck (Offset) und bes. im Lichtdruck sind längere Farbskalen nötig.

Farben dünner Plättchen. → Interferenz.

Farbenphotographie. photograph. Verfahren (→ Photographie), bei dem gleichzeitig drei Aufnahmen gemacht werden, wobei die erste hauptsächlich den Blauanteil, die zweite den Grün- und die dritte den Rotanteil des Lichtes wiedergibt. Das wird entweder durch Lichtfilter oder durch verschiedene Farbenempfindlichkeit (Sensibilisierung) der photograph. Schichten erreicht. Sind die drei Schichten auf drei getrennten Schichtträgern untergebracht, muß zur Aufnahme eine Spezial-Kamera mit Strahlenteilung benutzt werden, bei der z. B. durch halbdurchlässige Spiegel an drei verschiedenen



Farbenphotographie: Dreifarbenkamera (Bermppohl), schematisch; O Objekt, A erster Spiegel, B zweiter Spiegel, X Blaufilter, Y Rotfilter, Z Grünfilter.

Stellen der Kamera gleich große Bilder entstehen.

Verwendet man für die F. Filme mit drei Schichten verschiedener Sensibilisierung (*unsensibilisiert*: blauempfindlich, *orthochromatisch*: grünapfänglich, *panchromatisch*: rotapfänglich), so kann man mit normalen Kameras arbeiten. Die drei Schichten werden übereinandergelagert (*Mehrschichtenfilm*), wobei meist die blauempfindliche oben, die rotapfändliche unten liegt. Eine Gelbfilterschicht hinter der obersten hält das blaue Licht von den beiden anderen fern. Sie wird beim Entwicklungsprozeß herausgelöst (*Agfacolor, Kodachrom, Ektachrom* u. a.). Bei einigen Verfahren lassen sich die beiden äußeren Schichten nach dem Entwickeln abziehen und auf je einen neuen Trägerfilm übertragen, so daß drei getrennte Farbauszug-Negative zur Verfügung stehen. Ein anderes Verfahren (*Technicolor*) verwendet noch einen Bipaackfilm (blau- und rotapfändliche Schicht) und einen gewöhnlich grünapfändlichen Film in einer Kamera mit zweifacher Strahlenteilung. Die verschiedenen sensibilisierten Dreischichtenfilme werden bei sehr vielen Verfahren

dazu benutzt, an Stelle des Silberbildes in jeder Schicht ein Farbstoffbild entstehen zu lassen, so daß Filter bei der Wiedergabe überflüssig sind. Zu diesem Zwecke werden in die 3 Schichten verschiedenartige **Farbkuppler** (**Farbkomponenten**) hineingebracht, chem. Verbindungen, die mit den bei der Entwicklung des Silberbildes entstehenden Oxydationsprodukten bestimmter Farbentwickler Farbstoffe bilden: in der blauempfindlichen Schicht **gelb**, in der grünempfindlichen **purpurfarben** und in der roteempfindlichen **blaugrün**. Das gleichzeitig entstandene Silberbild wird durch ein Bleich- und Fixierbad entfernt. Das entstehende Negativ zeigt die Komplementärfarben des Originals und kann auf Farbfilm oder Farbpapier kopiert werden, wobei ein Positiv in den richtigen Farben entsteht. Beim **Color-Umkehrfilm** wird der Film zunächst in einem nicht-kuppelnden Entwickler (z.B. Amidol) zu einem Schwarz-Weiß-Negativ entwickelt, das Bildsilber durch ein Bleichbad herausgelöst und das restl. „Bromsilberrelief“ gleichmäßig stark belichtet. Bei der anschließenden Farbentwicklung entsteht ein Positiv in natürl. Farben.

Eine dritte Möglichkeit der photograph. Aufzeichnung der drei Farbanteile besteht darin, daß man die drei Teilbilder durch Farb- oder Linsenraster in sehr kleine Bildelemente zerlegt und diese dann abwechselnd auf einer Schicht **nebeneinander** anordnet. **Farbraster** bestehen aus sehr kleinen, auf der Schichtoberfläche angeordneten blauen, grünen und roten Filterelementen (gefärbte Harz- oder Stärkekörner). Die photograph. Schicht ist für alle drei Farben empfindlich und wird nur an den Stellen belichtet, an denen das Filterelement mit der jeweiligen Lichtfarbe übereinstimmt. Durch Umkehrentwicklung werden nur diese Stellen durchsichtig. Die einzelnen farbigen Bildelemente verschmelzen für das Auge (**Lumière'sche Autochromplatte**, **Agfa Farbrasterplatte**, **Dufaycolor-Farbfilm**). Beim **Linsenrasterfilm** ist auf der Rückseite des Films ein Zylinderlinsenraster eingepreßt. Hinter dem Aufnahmeobjektiv befinden sich aneinander anschließend die drei FarbfILTER, von denen jedes etwa $\frac{1}{3}$ der Objektöffnung bedeckt. Der Film wird von der Rückseite her belichtet, wobei durch die Zylinderlinsen jeder Punkt in drei nebeneinander liegenden Punkten entsprechend den drei FarbfILTERn abgebildet wird, von denen einer dem Blauanteil, einer dem Grün- und der dritte dem Rotanteil des Objektpunktes entspricht. Das gesamte Negativ besteht aus drei Farbauszug-Teilbildern, die in sehr schmalen Streifen ineinandergeschachtelt sind. Bei der Projektion des entsprechenden Positivs wird der Strahlengang umgekehrt, d. h. jeder Bildpunkt wird durch das Linsenraster zunächst auf das zugehörige FarbfILTER und dann die drei zusammengehörenden Strahlenbündel durch das Objektiv auf einen Punkt der Bildwand projiziert. Durch die Filter und die Teilung des Strahlenganges (**Spreizverfahren**) ist der Lichtbedarf sehr hoch, für die Aufnahme sind Spezialkameras nötig. Die Farbwiedergabe ist sehr gut. H. BERGER: *Agfacolor* (*1962); W. SCHULTZE: *F. und Farbfilm* (1953); H. WINDISCH: *Neue Foto-Schule*, Bd. 3 (*1961).

Färberei von Textilien geschieht in **Farbflotten**, d. h. wäßrigen Lösungen oder Aufschlämmungen von Farbstoffen oder von farbstoff erzeugenden Komponenten. Die Ware wird durch die ruhende Farbflotte bewegt oder die Farbflotte mit Pumpen oder Propellern wechselseitig durch die ruhende Ware gedrückt oder gesaugt.

Es gibt besondere F.-Maschinen für Garnstränge und solche für Gewebe und Wirkwaren, z. B. die **Haspelkufe** mit einer Kufe und einer Haspel für den Transport der Ware in Strangform, ferner den **figer** mit Leit- und Breithaltevorrichtungen, den **Fowlard**, die kontinuierlich arbeitende **Rollenkufe** und modernste **Kontinuerbreitfärbemaschinen** wie die **Williams-Einheit** und die **Standfast-Maschine**.

Wasserlösliche Farbstoffe ziehen entweder direkt aus der Flotte auf das Färbegut, wie die **substantiven** (**Direkt-Farbstoffe**), die **sauren Wollfarbstoffe**, die

Chromkomplexfarbstoffe, die **Nachchromierungs-** und **Einbadchromfarbstoffe**, oder sie verlangen eine Vorbeize (**adjektive Färbungen**), wie die **basischen Farbstoffe** beim Färben von Zellulosefasern oder die **Vorchromierungsfarbstoffe** auf tier. Fasern. Die wasserunlöslichen Farbstoffe werden teils als wäßrige Suspension, wie die **Azetatdispersionsfarbstoffe** oder die eigentl. **Beizenfarbstoffe** (Türkischrot), gefärbt, teils müssen sie, wie die **Schwefel-** und **Küpfenfarbstoffe**, vor dem Färben durch Reduzieren in die wasserlösliche Form (Leukoverbindung) übergeführt werden.

F. WEBER – F. GASSER: *Die Praxis der F.* (1954).

FarbfILTER, → **Lichtfilter**.

Farbklimatisierung, die Beeinflussung der Leistungsfähigkeit, Stimmung u. ä. durch Farben; ist ein wirksamer Faktor zur Steigerung der Arbeitsleistung, bei der Unfallverhütung, der Krankenbehandlung usw.

Farbstift, → **Bleistift**.

Farbstoffe, farbige Substanzen, die geeignet sind, anderen Körpern durch Überzug oder Beimischung Farbe zu erteilen. Man unterscheidet zwischen **Farben**, von denen etwa nur 100 gebräuchlich sind, und **Farbstoffen** im engeren Sinne, von denen es über 10000 gibt.

Farben sind meist anorgan. wasserunlöslich. Verbindungen, deren Pulver mit Farbindemitteln (Leinöl, Leim, Wasserglas, Emulsionen usw.) dispergieren. Sie bilden daher meist nur oberflächlich dicke Überzüge und werden als Oberflächenschutz, sowie in der Malerei, Druckerei, zum Färben von Textilien usw. verwendet. Man unterscheidet zwischen **natürl. Körper-** oder **Pigmentfarben** (Bariumsulfat, Graphit, Kasseler Braun, Ocker, Umbra, Rötöl usw.) und **künstl. Körperfarben**, auch **Mineralfarben** (Bleiweiß, Berliner Blau, Zinkgelb, Lithopone, Chromgelb, Kadmiumgelb, Ultramarin, Kobaltblau, Schweinfurter Grün, Mennige, Zinnober).

Farbstoffe sind organ. Verbindungen, die, in Wasser, Alkohol, Fetten, Laugen usw. gelöst, als echte Lösungen verwendet werden und z. B. das Gewebe vollständig durchdränken. Auch Farbstoffe können mittels Fällmittel in unlösliche Pigmente verwandelt werden (**Farblack**). F. werden hauptsächlich in der Textilfärberei, aber auch in der Pharmazie, Nahrungsmittel- und Kunststoffindustrie verwendet. **Natürliche organ. F.** sind z. B. Indigo, Krapprot (aus der Krappwurzel), Lackmus und Orseille (aus Flechten), Blau-, Gelb-, Rotholz-, Purpur. **Künstl. F.** werden auch **Teer-** oder **Anilin-F.** genannt, da sie meist aus Produkten des Steinkohlenteers gewonnen werden. Man unterscheidet u. a. Triphenylmethan-F. (Malachitgrün, Fuchsin, Rhodamine), Azo-F. (Kongorot), Anthrachinon-F. (Alizarin, Purpurin), Küpen-F. (Indanthrenblau), Indigo-F. (Indigo, Indigoblau, Helindongelb), Schwefel-F. (Vidalschwarz, Immedialschwarz).

Farbstofftheorie. Die Fähigkeit zur selektiven Lichtabsorption ist an bestimmte Atomgruppen, die **chromophoren Gruppen**, gebunden, deren wichtigste die Kohlenstoffdoppelbindung $>C=C<$, die Karbonylgruppe $>C=O$, die Nitrogruppe $-NO_2$, Nitrosogruppe $-N=O$, Azogruppe $-N=N-$ und die chinoide Gruppe sind. Körper mit chromophoren Gruppen heißen **Chromogene** (Farberzeuger). Schwächere Chromogene, die im Violett absorbieren, sind gelb gefärbt. Mit steigender Farbwirkung verschiebt sich die Absorption von dem violetten Teil über Blau, Grün, Gelb, Orange nach dem roten Ende des sichtbaren Spektrums, dementsprechend die Farbe der Körper (als Komplementärfarbe zur absorbierten) von Gelb über Orange, Rot, Violett, Blau nach Grün. An der Verschiebung der Farbe sind neben chromophoren Gruppen noch **auxochrome** (farbvertiefende) **Atomgruppen** beteiligt, wie die Amino- oder Hydroxylgruppe.

Farbtemperatur einer Lichtquelle, nach HYDE (1910) diejenige Temperatur des → schwarzen Körpers, bei der dieser ein Licht gleicher Farbe (Farbart) wie die Lichtquelle aussendet. Die F. soll also

nur die Farbe einer Lichtstrahlung beschreiben, nicht deren spektrale Zusammensetzung.

Faschine, ein durch Draht fest zusammenge-schnürtes Bündel aus Reisig, oft mit Steinen beschwert. F. werden zum Packwerksbau, für Bühnen u. a. Werke des Fluß- und Seebaues, für die Sicherung von Böschungen und die Auskleidung von Entwässerungsgräben verwendet. Das *F.-Messer* ist ein breites Messer zum Hauen von Reisig.

Fase, abgeschrägte Kante an Baugliedern, Mö-beln, Werkzeugen usw.

Faserdiagramm, →Strukturanalyse.

Fasermetallurgie, die Herstellung von Form-körpern und Platten aus Draht, Metallwolle oder -fasern von zerspanbaren und kaltspröden Metallen und Legierungen durch Druck und Wärme. Sie werden angewandt für hochbeanspruchte Teile, die den Austritt von Kühl- und Schmiermitteln zulassen, wie Lagerschalen, gekühlte Gasturbinenschau-feln, Filter; auch als Faserskelett in Kunststoff- und Metallpulverteilen, um deren Festigkeit zu erhöhen.

Faseroptik, *Fiberoptik*, Lichteinrichtung aus einer großen Anzahl sehr dünner Fasern aus Glas oder einem anderen klaren, nur wenig absorbieren-den Stoff genügend hoher Brechungszahl gegen Luft, die bündelartig zusammengefaßt sind. Durch die F. wird ein Bild in zahlreiche Bildpunkte auf-gerastert, von denen jeder durch eine der Fasern nach Art eines →Lichtleiters fortgeleitet wird. Durch Ummantelung der Fasern mit einem Stoff anderer Brechungszahl wird seitl. Lichtaustritt und damit Lichtübergang in andere Fasern verhindert. Das Faserbündel kann beliebig geformt und auch flexibel gestaltet werden, so daß man ein Licht-bündel oder ein Bild praktisch jeden gewünschten Weg leiten kann.

Faserstoffe, alle zur textilen Verarbeitung kom-menden Spinnfasern und Fäden. Man unterscheidet nach ihrer Herkunft: 1) *pflanzliche F.*: Baumwolle und Kapok als Samenhaare, Flachs, Hanf, Jute und Ramie als Stengelfasern, Sisalhanf, Manilahanf (Abacá) und Neuseeland-Flachs (Phormium) als Blattfasern sowie Kokos als Fruchtfaser; 2) *tierische F.*: Schafwolle, Ziegenhaare, Schafkamelwollen, Kamelhaar, Angorakaninwolle, Roßhaar, edle und wilde Seide; 3) *mineralische F.*: Asbest; 4) *Chemie-F.*: Rayon, Cupra, Azetat und die entspr. Spinn-fasern (Zellwolle) auf Zellulosebasis, Alginatseide aus Alginsäure, Kaseinfaser aus Milcheiweiß, Glase-seide und Gesteinsfasern (Silan- und Schlacken-fasern) aus anorgan. Stoffen sowie viele vollsynthet. Fäden und Fasern, →Chemiefasern.

DIN 60001.

Fassung, Vorrichtung zum Einsetzen elektr. Glühlampen, ausgeführt als Schraub-F. (*Edison-F.*), Bajonett-F. (→Bajonettverschluß) oder Sof-fitten-F. (→Soffittenlampe).

Fata morgana, →Luftspiegelung.

Faulschlamm, *Sapropel*, auf sauerstoffarmen Meeres- oder Binnengewässerböden entstandenes Sediment, reich an organ. Substanz und Schwefel-wasserstoff; auch die in *Faulräumen* (*Faulkammern*) ausgefallenen festen Bestandteile von →Abwässern.

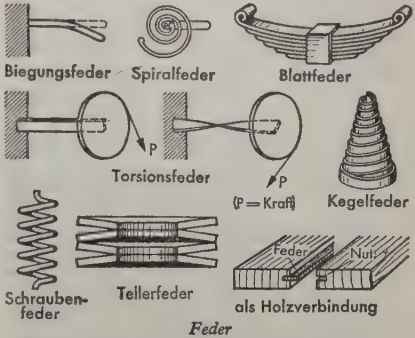
Fäustel, der Hammer des Bergmannes, mit dem er früher beim Bohren der Löcher von Hand auf den Meißelbohrer schlug.

Fazies, die Gesamtheit der durch die Ablage-rungsverhältnisse bedingten petrographischen und paläontologischen Merkmale einer Gesteinsfolge. Allgemeine Arten sind die *marine* (Meeres-), *lim-nische* (Süßwasser-) und *terrestrische* (Land-) F. Spezielle Arten z. B. der marinen F. sind die *litorale* (Küsten-), *neritische* (Flachsee-), *pelagische* (Hoch-see-) und *abyssische* (Tiefsee-) F.

Fe, chem. Zeichen für →Eisen.

Feder, 1) MASCHINENBAU: ein elastischer, ge-rader oder gewundener Metallstab, der sich bei Be-lastung verbiegt (*Biegungs-F.*) oder verdreht (*Tor-sions- oder Drehungs-F.*) und bei Entlastung wieder in die Anfangslage zurückgeht. Durch Aufeinander-legen mehrerer rechteckiger F. erhält man die *Blatt-F.* Eine besondere Form der Biegungs-F. ist die

Spiral-F. Gewundene Drehungsfedern sind die zy-lindrische *Schrauben-F.* und die *Kegel-F.*, bei denen die belastende Kraft als Zug- oder Druckkraft in Richtung der Achse wirkt, gleich wie bei der *Zug- und Druck-F.*, die aus einer Reihe von aufeinander-geschobenen, abwechselnd außen und innen doppel-konischen Ringen (*Ring-F.*) besteht, von denen sich die äußeren bei Belastung dehnen und die in-neren zusammendrücken. Die *Tellerfeder* ist eine als Biegungs-F. wirkende, zu einem flachen Kegel ge-bogene kreisförmige Platte, die bes. als *Federsäule* große Kräfte aufnehmen kann. Die Federsteifigkeit ist in weiten Grenzen regelbar. Verwendet wird die Tel-ler-F. als Stoßdämpfer bei bewegten Massen, für Achs-lagerung bei Fahrzeugen, Maschinenfundamente.



F. werden verwendet als *Spann-F.* zur Aufrecht-erhaltung eines Gleichgewichtszustandes oder zur Auslösung bestimmter Bewegungen; bei Dynamometern und F.-Waagen zur Kraftmessung und Wä-gung; bei Fahrzeugen als *Trag- und Puffer-F.*, um Stöße und Erschütterungen abzufangen; in Uhr-werken als *Trieb-F.* zur Erzeugung einer Bewegung.

2) dünne Holzleiste oder angearbeitete Rippe zur Verbindung zweier Brettanten durch Eingreifen in den ausgearbeiteten Schlitz (*Nut*). 3) *Schreibfeder*, besteht aus hochelast. Stahl, beim Füllfederhalter auch aus Gold oder bestimmten Legierungen, mit einer Spitze aus abriebfestem Metall (*Osmium*, *Iridium*). Die F. werden nach der Herstellung gehärtet und dann durch langsames Erwärmen und Abküh-len angelassen; hierdurch erhält man die verschie-denen Härtegrade.

Feder, Speiseleitung, z. B. Energiezuleitung vom Sender zur Antenne.

Fehler, Abweichung vom wahren Wert. *Absoluter F.*, der F. ohne Rücksicht auf sein Vorzeichen, *relativer F.*, der durch den richtigen Wert geteilte F., meist in Prozenten angegeben. *Mittlerer F.*, Qua-dratwurzel aus dem Mittelwert aller Fehlerquadrate.

Fehlerabschätzung, das angenäherte Berechnen des Einflusses, den F. (z. B. Meß-, Rundungs-F.) bei einzelnen Größen eines Rechenausdruckes auf das Ergebnis haben. Fragestellung z. B.: Wie genau kann der Inhalt *I* einer Blechbüchse angegeben werden, wenn der Innendurchmesser *D* auf 1 %, die Höhe *h*

auf 0,5 % festliegt? Formel: $I = \frac{3,14}{4} D^3 \cdot h$. Statt

die bei *I* mögliche Abweichung ΔI zu berechnen, benutzt man näherungsweise das vollständige Dif-ferential dI (→Differentialrechnung) und die für einfache Ausdrücke leicht angebbaren partiellen Ab-leitungen: $\Delta I \approx dI = \frac{\partial I}{\partial D} dD + \frac{\partial I}{\partial h} dh$.

Relativer Fehler im Beispiel:

$$\frac{\Delta I}{I} \approx \frac{dI}{I} = 2 \frac{dD}{D} + \frac{dh}{h} = 2 \cdot 1\% + 0,5\% = 2,5\%.$$

Fehlergesetz von Gauß, *Gaußsche Verteilung*, gibt die →Wahrscheinlichkeit (Häufigkeit) an, mit der ein Beobachtungs-F. von bestimmtem Betrag zu erwarten ist. Es wird dabei vorausgesetzt, daß das

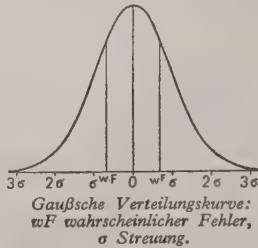
Fehlerortsbestimmung – Feld

arithmet. Mittel sämtlicher Beobachtungen der wahrscheinlichste Wert ist. Dann läßt sich die Wahrscheinlichkeit y (Häufigkeit) eines F . von der Größe x durch die Beziehung

$$y = k \cdot e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

darstellen; σ ist die mittlere quadratische Abweichung vom arithmet. Mittel (Streuung) und die Konstante k ein Normierungsfaktor.

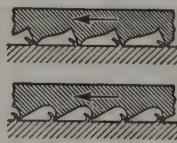
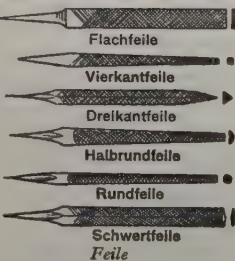
Die dieser Beziehung entsprechende Kurve (Gaußsche Verteilungskurve) ist glockenförmig, symmetrisch und nähert sich asymptotisch der x -Achse, d. h. auch sehr große F . x sind theoretisch möglich, obwohl äußerst unwahrscheinlich. Die von der Kurve und der x -Achse eingeschlossene Fläche stellt das Fehlerintegral dar. Es ist üblich, den F . vom Betrag $0,675 \sigma$ den wahrscheinlichen F . zu nennen, da die zugehörige Ordinate die bei $x = 0$ halbierte Fläche in zwei gleich große Teile teilt, d. h. es ist ebenso wahrscheinlich, daß ein auftretender F . größer oder kleiner ist als dieser wahrscheinliche F . Bei einer Reihe von n Messungen setzt man den mittleren F . m des Durchschnitts ($m = \sigma/\sqrt{n}$) mit $\pm$ hinter das Meßergebnis. Liegt ein Meßergebnis innerhalb der Fehlergrenzen, so bedeutet dies, daß es im Intervall $\pm 3 \sigma$ um den erwarteten Wert liegt; dieses Intervall enthält 99,7% aller Werte.



Fehlerortsbestimmung, die Ermittlung der genauen Lage eines Freileitungs- oder Kabelfehlers durch eine elektr. Messung. Die zahlreichen Methoden der F . lassen sich im wesentl. auf Widerstands-, Stromverzweigungs- und Erdkapazitätsmessungen zurückführen. Die Geräte (Meßbrücke, Galvanometer, Stromquelle) sind in einem Kabelmeßkoffer vereinigt.

Fehlungs-Lösung, eine von H. FEHLING (1812–1885) angegebene alkalische Kupferartatlösung, die dient zum Nachweis und zur Bestimmung des Traubenzuckers z. B. im Harn, bes. bei Zuckerkrankheit. Beim Erhitzen von Traubenzuckerhaltigem Harn mit F . L. wird rotes Kupfer(I)-oxid, Kupferoxydul, Cu_2O , ausgefällt.

Feile, ein spannabhebendes Werkzeug aus gehärtetem Stahl zur Bearbeitung von Metall, Holz, Kunststoffen u. a. Werkstoffen. Ihre Oberfläche ist mit einer Vielzahl von Schneiden (*Hieben*) besetzt. F . mit Einzelhieben tragen eine Schar paralleler Hiebe, F . mit Doppelhieb zwei sich kreuzende Scharen paralleler Hiebe, solche mit Raspelhieb haben als Schneiden spitze Erhöhungen. Nach der erreichbaren Oberflächengüte unterscheidet man *Schrupp*-, *Halbschlicht*-, *Schlicht*- F . u. a. Fräser- F . sind kleine Fräser, die in Elektrowerkzeuge eingespannt werden. Als F . werden auch entsprechend geformte Stücke aus denselben Werkstoffen wie Schleifscheiben bezeichnet, z. B. die Siliziumkarbid- F ., die Diamant- F .



Feile: oben gehauene, unten gefräste Feile.

Bei der Feilmaschine mit hin- und hergehender Bewegung hat das eingespannte Werkzeug etwa die Form einer Hand- F . oder eines Drehstahls. Die umlaufende Feilmaschine hat eine Feilscheibe (zum Feilen an der Seite der Scheibe), oder einen Feilring (zum Feilen am Umfang des Ringes).

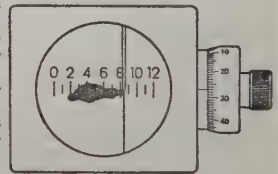
Feilkloben, ein Werkzeug zum Einspannen und Festhalten kleiner Arbeitsstücke in der Hand.

Feingehalt, **Feinheit**, **Feine**, der Gehalt an Edelmetall in verschiedenartigen Angaben. Bei Gold und Silber in Tausendteilen z. B. $1000/1000$ Gold = 100% Gold, 800 Silber = 80% Silber, oder bei Gold in Karat z. B. 24 Karat = 100% Gold, 18 Karat = 75% Gold, oder bei Silber in Lot z. B. 16 Lot = 100% Silber, 12 Lot = 75% Silber.

Feinmechanik, Zweig der Technik, der sich mit dem Bau feiner meßtechnischer, mechanischer, elektrischer, optischer und akustischer Geräte und Apparate befaßt (z. B. Feinmeßgeräte, Meßinstrumente, Zähler, Rechenmaschinen, techn. Uhrwerke, Waagen).

Feinmeßmaschine, **Präzisionsmeßmaschine**, Längenmeßmaschine für eine Genauigkeit von 0,001 mm und darunter, zur Herstellung und Kontrolle (Feinmessung) anderer für die Werkstatt bestimmter Meßinstrumente, wie Lehren, Endmaße u. a.

Feinmeßokular wird am Ablesemikroskop verwendet, um die Intervalle von Meßskalen in optischen Längen- und Winkelmeßgeräten weiter zu unterteilen. Ein F . auf mechan. Grundlage ist das Okularschraubenmikrometer, bei dem eine Strichplattenskala in tausendstel nach Art des Schraubenmikrometers unterteilt ist. Beim Koordinatenmeßokular sind zwei Strichplattenskalen senkrecht zueinander verschiebbar. Bei F . auf opt. Grundlage werden ein oder mehrere Maßabstriche durch opt. Mittel gegen die Okularstrichplatte verschoben.



Feinmeßokular: Schema eines Okularschraubenmikrometers

feinoptische Fertigung, Fertigung opt. Einzelteile (Linsen, Spiegel, Prismen) in folgenden Stufen: Pressen der Rohform und spannungsfreies Feinkühlen aus opt. Glas oder Zersägen eines Glasblocks und Gewinnung der Rohform durch Fräsen; Grob- und Mittelschleifen mit losem Schmirgel; Aufkitten von Linsen auf Linsenträger unter Zwischenschalten eines elast. Pechpolsters, Einkitten von Prismen oder Einbetten in Gips; Feinschleifen mit feinstem Schmirgel; Polieren mit Polierrot, dabei Kontrolle der Fläche durch Probeglas oder bei Planflächen durch Interferometer; Abkitten, Reinigen und Prüfen; Zentrieren; Aufbringen von Oberflächenschichten zur Reflexminderung oder von Spiegelschichten.

Feinstruktur, die bei hoher Auflösung sichtbare Struktur der Spektrallinien. *Feinstrukturkonstante*, die von A. SOMMERFELD eingeführte dimensionslose Konstante $\alpha = 2\pi e^2/hc$, gebildet aus der Elementarladung e , dem Planckschen Wirkungsquantum h und der Lichtgeschwindigkeit c . Ihr Kehrwert ist nahezu ganzzahlig: $1/\alpha \approx 137$.

Feintaster, Meßgeräte, mit denen kleine Maßunterschiede oder Längenänderungen stark vergrößert angezeigt werden. Mechan. F . arbeiten mit Hebelübersetzung. Auch F . auf opt., hydraul., pneumat. und elektr. Grundlage sind in Anwendung. F . gestatten Ablesungen bis herab zu 0,0001 mm.

Feld, unstofflicher, im Raum (und in der Zeit) ausgebreiteter Träger der von der Materie ausgehenden physikal. Wirkungen. Man spricht z. B. von einem elektr. F ., wenn eine kleine elektr. Probeladung e , falls man sie in irgendeinen Punkt des F . bringen würde, dort einer Kraft $\mathbf{F}$ ausgesetzt wäre. Man sagt dann: In dem betreffenden Raumpunkt

besteht die **Feldstärke** $\mathcal{E} = \mathcal{R}/e$. Der F.-Begriff entspringt demnach einer Art Verselbständigung der an sich nur im Zusammenhang mit Massen, Ladungen u. dgl. wahrnehmbaren Wirkungen. Für die Durchführung der **Nahwirkungstheorie** ist der Begriff des F. die unentbehrliche Grundlage: Das F. ist im allgemeinen – abgesehen vom Sonderfall eines statischen F. – nicht nur von Ort zu Ort, sondern auch zeitlich veränderlich, es gibt z.B. auch Wellenvorgänge des F.; die Wirkung etwa eines Elektrons auf ein anderes Elektron, nach der Lorentzschen Elektromagnettheorie vermittelt durch das F., ergibt sich aus Grundgesetzen, nach denen nur die unmittelbare räuml. Umgebung eines Punktes von diesem aus physikalisch beeinflusst werden kann. Mathematisch drückt sich das darin aus, daß die **Feldgleichungen**, in denen die physikal. Feldgesetze niedergelegt werden, partielle Differentialgleichungen sind.

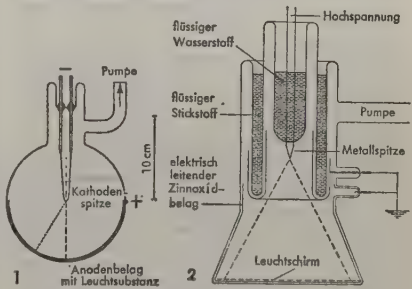
In allgemeiner Bedeutung wird der F.-Begriff heute gebraucht für Raumbereiche, in denen eine physikal. Größe als Funktion der Raum- (und Zeit-) Koordinaten dargestellt wird. So spricht man z.B. von einem **Temperatur-F.**, wenn die Temperatur sich von Ort zu Ort ändert, von einem **Stromungs-F.**, wenn eine Strömung in verschiedenen Raumpunkten verschiedene Größe und Richtung hat. Je nachdem, ob die im Raum veränderl. Größe ein Skalar, ein Vektor oder ein Tensor ist, spricht man von **skalaren**, **vektoriellen** und **Tensor-F.** Z.B. ist das Temperaturfeld ein skalares, das Strömungsfeld ein vektorielles F.

Weitere Vektor- und Tensorfelder sind die **Kraftfelder**. Sie lassen sich durch **Feldlinienbilder** darstellen, in denen die Richtung der Linien mit der Richtung der dort herrschenden Feldstärke übereinstimmt und die Liniendichte der Stärke des F. proportional gemacht wird. Das **elektr. F.** in der Umgebung ruhender elektr. Ladungen beschreibt man durch die **elektr. Feldstärke** (gemessen in V/m) oder die in isotropen Medien durch die zu ihr proportionale **dielektrische Verschiebungsdichte** (gemessen in C/m²); beide Größen haben Vektorcharakter. Ebenso wird das **magnet. F.** in der Umgebung ruhender Magnete und von Gleichstrom durchflossener Leiter durch die **magnet. Feldstärke** oder **Erregung** (gemessen in A/m) oder die in isotropen Räumen zu ihr proportionale **magnet. Induktion** (gemessen in Vs/m²) beschrieben. Bei nicht statischen Zuständen, d.h. bei bewegten Ladungen oder Wechselströmen, sind elektr. und magnet. F. nicht mehr unabhängig voneinander. Jedes elektr. F. ist dann von einem magnet. begleitet und umgekehrt (→ Elektrizität); man faßt deshalb beide als **elektromagnetisches** oder **Maxwellsches F.** zusammen. – Zu den Kraft-F. gehört ferner das **Gravitations-F.**, das die Massenanziehungskräfte vermittelt (→ Gravitation). Das Gravitations-F. eines Himmelskörpers, z.B. der Erde, heißt sein **Schwere-F.** Das Gravitations-F. ist erst durch die allgemeine → Relativitätstheorie als ebenfalls von Nahwirkungsgesetzen beherrscht erkannt worden; da seine kennzeichnenden Feldgrößen zugleich die Metrik des Raum-Zeit-Kontinuums festlegen, spricht man auch vom **metrischen F.**

Während die bislang gesicherten Theorien noch die Ladungen (z. B. der Elektronen) und Massen als fremde Gebilde neben dem F. beschreiben, fassen radikalere Überlegungen sie als „Ausgeburt“ der zugehörigen F. auf, um damit eine völlige Auflösung der Materie im F. einzuleiten und das F. zum allumfassenden Grundbegriff der Physik zu machen. Danach wäre z.B. das Elektron zu denken als ein durch besonders große Werte der Feldstärken ausgezeichnetes kleines Raumgebiet, in dem noch unbekannte F.-Gleichungen gelten, die nur in weiterem Abstand, bei viel kleineren Feldstärken, praktisch mit den Maxwellschen Gleichungen oder den F.-Gleichungen der allg. Relativitätstheorie übereinstimmen. Die Quantentheorie beschreibt im Gegensatz dazu das Verhalten jeder Teilchenart durch ein ihr allein zugeordnetes F., z.B. das der Photonen durch das **Photonen-F.** = elektromagnet. F., das der Mesonen durch **Mesonen-F.**, das der Nukleonen

durch das **Nukleonen- oder Kern-F.**; doch stehen auch ihrem Bemühen um eine widerspruchsfreie Vereinigung des F.- und des Teilchenbegriffs (Gewinnung der Teilchen durch **Feldquantelung** in der Quantenfeldtheorie) heute noch teilweise unge löste Schwierigkeiten entgegen. – Neben EDDINGTON, WEYL, SCHRÖDINGER u. a. hat sich bes. A. EINSTEIN um eine **einheitliche Feldtheorie** bemüht, die neben dem elektromagnet. und dem Gravitationsfeld auch die F. der verschiedenen Teilchen aus den gleichen Grundgesetzen ableiten soll.

Feldelektronenmikroskop, Feldemissionsmikroskop, Spitzenmikroskop nach E. W. MÜLLER, ein linsenloses → Emissionsmikroskop. In einem Vakuumgefäß ist eine sehr feine Wolframdrahtspitze einem Leuchtschirm gegenübergestellt (BILD). Wird an den Anodenbelag des Glaskolbens positive Spannung gelegt (1000–10000 Volt), so tritt vor der Kathodenspitze eine so hohe Feldstärke auf, daß es zu einer Elektronenemission kommt (**Feldemission**). Infolge der starken Richtwirkung des Feldes verlassen die Elektronen die Spitzenoberfläche praktisch senkrecht und erzeugen auf dem Leuchtschirm ein Bild von der Emissionsverteilung der emittierenden Spitzenkuppe in einer Vergrößerung, die gleich dem Verhältnis vom Schirmabstand zum Krümmungsradius der Spitze ist. Es lassen sich Vergrößerungen bis zum Mehrmillionfachen erreichen. Mit dem F. gelingt die Abbildung der Emissionsverteilung von einzelnen größeren Molekülen, wie Kupferphthalocyanin, die auf der Wolframspitze adsorbiert werden (TAFEL Chemie I).



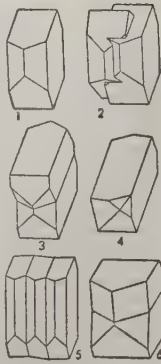
1 Feldelektronenmikroskop (Schema). 2 Feldionenmikroskop (Schema)

Eine Weiterentwicklung ist das **Feldionenmikroskop** (E. W. MÜLLER 1951), das umgekehrt gepolt ist wie das F. und eine Gasfüllung enthält. Die neutralen Gasatome werden im Feld polarisiert, verlieren bei Annäherung an die Spitze ein Elektron und werden als positive Ionen durch das Feld zum Schirm gerissen. Um die Wärmebewegung weitgehend auszuschalten, wird die Spitze bis fast zum absoluten Nullpunkt abgekühlt. Das Feldionenmikroskop hat eine noch 10mal stärkere Auflösung als das F. und vermag die Kristallstruktur der Spitze bis auf einzelne Atome (bes. an Kanten) abzubilden.

Feldhäcksler, durch Zapfwelle angetriebenes Gerät, das gemähtes Gras, Grünfütter u. U. auch Getreide aufnimmt, häckselt und auf einen Sammelwagen bläst.

Feldspat, eine Gruppe der wichtigsten Mineralien fast aller magmatischen Gesteine. Der Orthoklas $KAlSi_3O_8$ ist monoklin, die übrigen F., Mikroklinal $KAlSi_3O_8$, Albit oder Periklin $NaAlSi_3O_8$ und Anorthit $CaAl_2Si_2O_8$, sind triklin, dem Orthoklas (BILD 1) jedoch sehr ähnlich. Die beiden letzten bilden Mischkristalle in beliebigem Verhältnis ihrer Komponenten: Plagioklase. Man bezeichnet sie nach dem Mischungsverhältnis als Oligoklas (15–30% Anorthit), Andesin (30–50%), Labradorit (50–70%), Bytownit (70–85%). Die F. sind meist gelblich bis rötlich oder farblos, der Mikroklinal ist häufig blaugrün (**Amazonenstein**), der Labradorit schillert in leuchtenden Farben, bes. tiefblau. Alle F. sind gut

spaltbar (daher der Name), haben die Härte 6 (der Mohsschen Skala) und die Dichte 2,6 bis 2,8 g/cm³. Sie bilden häufig Zwillinge, der Orthoklas z.B. die *Karlsbader Zwillinge* (BILD 2), seltener Zwillinge nach dem *Manebacher* (BILD 3) und *Bavenoer Gesetz* (BILD 4). Die triklinen F. sind meist aus feinen Lamellen aufgebaute polysynthetische → Zwillinge nach dem *Albitgesetz* (BILD 5) oder dem *Periklingesetz* (BILD 6). Bei der Verwitterung entstehen Kaolin und andere Tonmineralien. F. wird in der Porzellanfabrikation und zu Glasuren verwendet.



Feldspat

Feldstecher, ein kleines Doppelfernrohr für den Handgebrauch mit 2- bis 12facher Vergrößerung. Der Strahlengang ist der des hölländ. oder des Prismenfernrohrs (→ Fernrohr).

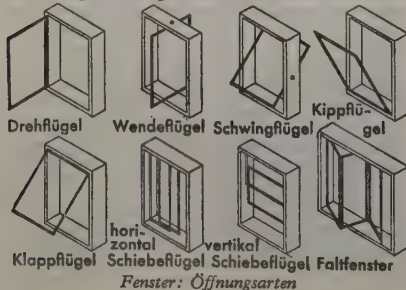
Feldwaage, erdmagnetische, ein hochempfindl. Meßinstrument, bei dem ein Magnet wie ein Waagebalken um eine waagerechte Achse schwingt. Der Magnet ändert bei wechselnder Intensität (→ Erdmagnetismus) seine Neigung. Hilfsmittel zum Aufsuchen von Lagerstätten magnet. Erze.

Felge, der Teil eines Wagenrades, der die Bereifung trägt.

Felsenmeer, Anhäufung von Felsblöcken auf Berghängen, bedingt durch Verwitterungs- und periglaziale Vorgänge sowie die Absonderung der Gesteinsmassen (z. B. granitisches F. bei Reichenbach im Odenwald).

Femtometer, fm, Längeneinheit der Kernphysik. 1 fm = 10⁻¹⁵ m.

Fenster dienen zum Belichten und Belüften der Räume eines Hauses. Die obere Begrenzung der F.-Öffnung heißt *F.-Sturz*, die seitliche *Leibung*, die untere *F.-Bank* oder *Sohlbank*; der Wandteil unter der Sohlbank ist die *Brüstung*. Die Brüstung wird innen durch das *F.-Brett* (*Lateibrett*) aus Holz, Natur- oder Kunststein abgedeckt, außen durch einen Witterschutz aus gleichem Material oder aus Blech oder Stahl. Das F. besteht aus einem fest mit der Wand verbundenen Holz- oder Metallrahmen, dem bei Doppelfenstern (*Kasten-F.*) das *F.-Futter* als Auskleidung der 4 Seiten zugesetzt wird, und den zum Drehen, Kippen, Wenden oder Schieben eingerichteten *Flügel*. Der F.-Rahmen wird entweder in eine innere oder äußere Ausfällung der Leibung (F.-Anschlag) versetzt oder stumpf in die Wandöffnung eingesetzt. – Einfache F. sind meist *Blendrahmen-F.* (→ Blendrahmen), ebenso F. mit doppelter Verglasung (innerem und äußerem Glasfalz). *Verbund-F.* haben aufeinanderliegende Flügel, die gemeinsam geöffnet werden. Das über den Blendrahmen vorspringende untere Flügelrahmholz heißt *Wasserschenkel*; die auf seiner Unterseite durch eine Längsnut hergestellte *Wassernase* verhindert



das Eindringen von Wasser nach innen. – Der einfachste *F.-Verschluss* ist der *Vorreiber* mit einfachen oder doppelseitigen Lappen, der sich um eine im Blendrahmen befestigte Schraube dreht und die Flügel an den Blendrahmen preßt. Beim *Eimreiber* ist eine drehbare Zunge in einen seitl. Schlitz des Flügelrahmens eingebaut, die durch einen Griff (*Olive*) in das Schließblech am Blendrahmen eingedreht wird. Ein weiterer Verschluss ist das *Ruder*, das in einen Schließhaken auf dem Mittelpfosten eingreift und dadurch auch den andern Flügel festhält. Bei zweiflügeligen F. ohne festen Mittelpfosten verwendet man *Stangenverschlüsse*, die oben, unten und in der Mitte schließen. Der gebräuchlichste ist der → *Basküleverschluss* in vielen Abwandlungen; ferner der *Espagnoletteverschluss* aus einer runden Drehtange, die auf der inneren Schlagleiste befestigt und in der Mitte mit einem Ruder bewegt wird, das in einen auf dem andern Flügel befestigten Schließhaken eingreift, während die hakenförmigen Stangenenden oben und unten am Blendrahmen befestigte Schließkolben umgreifen und dadurch die Flügel aufeinanderpressen. Bei den *Hebeverschlüssen* wird der Flügel durch Hebelwirkung angehoben und kann dann erst geöffnet werden. Kipp- und Klappflügel als obere Lüftungs-F. erhalten besondere Verschlüsse. Mit dem *Dreh-Kipp-Flügelbeschlag* kann der Flügel um eine Seitenkante gedreht oder die untere Horizontalkante gekippt werden. – *Metall-F.* (hauptsächlich in Büro- und Industriebauten) ergeben wegen ihrer Feingliedrigkeit größeren Lichteinfall als Holz-F. Gezogene Spezialprofile sichern gutes Schließen. Bei *Schiebe-F.* werden die Flügel zum Öffnen horizontal oder vertikal hintereinandergeschoben; größere Vertikal-Schiebeflügel benötigen Gegengewichte, die hinter Leibsungsverkleidungen laufen.

SCHNECK: F. aus Holz und Metall (*1958).

Fermat, Pierre de, franz. Mathematiker, * 1601, † 1665, förderte die Infinitesimalrechnung, Zahlentheorie und Wahrscheinlichkeitsrechnung wie auch die theoretische Physik durch wichtige Lehrsätze. Der *große Fermatsche Satz* behauptet, daß die Gleichung $a^m + b^m = c^m$ in ganzen Zahlen a, b, c für ganzzahlige Exponenten m , die größer als 2 sind, nicht lösbar ist. Ein vollständiger Beweis dieses Satzes steht bisher noch aus. *Fermatsches Prinzip*: Licht wird beim Durchlaufen mehrerer verschiedener Mittel an der Grenze stets so gebrochen, daß die für die Strecke zwischen Anfangs- und Endpunkt gebrauchte Zeit den kleinstmöglichen Wert erhält (→ Extremalprinzipien).

ITARD: P. F. (1950).

Ferment, → Enzyme.

Fermi, Enrico, italienischer Physiker, * 1901, † 1954, Prof. in Rom, später in den USA, verwendete als erster Neutronen zu Umwandlungen schwerer Atomkerne (Uran); war maßgebend am Bau des ersten Uranreaktors (1942) beteiligt. 1938 Nobelpreis.

Fermi, f, Längeneinheit der Kernphysik. 1 f = 10⁻¹³ cm.

Fermi-Dirac-Statistik, *Fermistatistik*, eine Form der physikal. Statistik, die der Tatsache Rechnung trägt, daß für Elementarteilchen von halbzahligem Spin (*Fermionen*) jeder erlaubte Quantenzustand mit höchstens einem Teilchen besetzt sein kann. Die F. ist von großer Bedeutung für die Theorien der Atomkerne und der Elektronenhüllen der Atome und für die Theorie der metall. Leitung.

Fermium, Fm, künstl. chem. Element aus der Reihe der → Transurane, Ordnungszahl 100. Bisher wurden die Isotope mit den Massenzahlen 248 bis 256 hergestellt, teils durch Beschuss von ²³⁸U mit beschleunigten Sauerstoffkernen ¹⁶O, teils durch Bestrahlung von ²³⁹Pu und ²⁴⁴Pu im Reaktor, teils durch Zerfall von Mendelevium. ²⁵³Fm hat die längste Lebensdauer (über 10 Tage) und ist Alphastrahler.

Fernamt, → Fernsprecher.

Ferndrucker, → Fernschreiber.

Ferngasversorgung, die Belieferung von Großverbrauchern (Industrie oder Städten) mit Stadtgas (Leucht- oder Heizgas) von der Gewinnungsstätte

(Kokerei, Erdgasfeld) aus. Das Gas wird am Erzeugungsort verdichtet (30 atü) und durch Hochdruck-Fernleitungen den einzelnen Verbraucherstellen zugeführt.

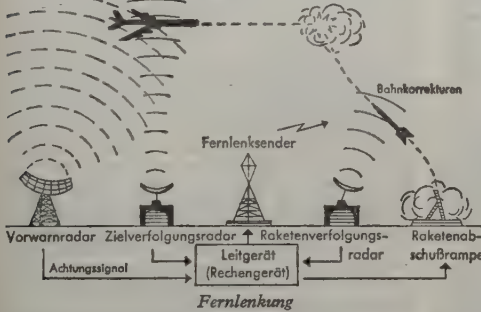
Fernglas, der → Feldstecher.

Fernheizung, die Versorgung verschiedener Gebäude, Häuserblocks oder Stadtteile mit Wärme von einer Stelle aus. Vom *Fernheizwerk* wird Dampf durch unterird. Rohranlagen den einzelnen Gebäuden zugeführt; der kondensierte Dampf wird durch eine Kondensleitung in das Werk zurückgepumpt. Oft leitet man den Dampf nicht direkt in die in den bewohnten Räumen aufgestellten Heizkörper, sondern stellt im Keller eines jeden Gebäudes oder jeder Gebäudegruppe einen Wärmeaustauscher auf, der die Wärmeenergie des Dampfes auf Wasser überträgt, das dann in den Heizkörpern zirkuliert oder über einen Boiler als Warmwasser der Leitung entnommen wird. Aus wirtschaftl. Gründen verbindet man ein Fernheizwerk gern mit anderen dampfverbrauchenden Anlagen, wie Stromerzeugungsanlagen (Dampfturbinen), Wäschereien, Industriebetrieben usw.

Fernhörer, → Fernsprecher.

Fernlenkung, die Beeinflussung der Bewegung eines Fahrzeuges nach Richtung und Geschwindigkeit von einem Ort außerhalb des Fahrzeuges.

Die F. wird angewendet bei Spielzeugen, Schul-, Modellfahrzeugen, bei Fahrzeugen, deren Bewegung von außerhalb besser beurteilt werden kann, zum



Einfliegen neuer Luftfahrzeugtypen, bei Fahrzeugen mit Explosivladungen für Zerstörungszwecke (*Fernlenkboot*) u. dgl. Grundsätzlich gehören zu jeder F.: 1) ein *F.-Stand* mit Bedienungsorganen, z. B. Steuer- rad oder -knüppel, Kommandoknöpfe, 2) eine *Übertragungsrichtung*: Sender auf dem F.-Stand und Empfänger auf dem Fahrzeug, 3) eine *Einrichtung zur Übersetzung* der ankommenden F.-Kommandos für *Verstellung der Lenkungsorgane*: Ruder, Gas- hebel. Zur Vermeidung von Störungen werden die F.-Kommandos verschlüsselt und müssen hinter dem Empfänger entschlüsselt werden. Bei F. ohne Sicht des Fahrzeuges vom F.-Stand aus werden Funkmeß- oder andere Hochfrequenz-Peilverfahren zur Ortsbestimmung des Fahrzeuges benutzt.

Die *Zielverfahren* für ferngelenkte Körper, z. B. Luftabwehr-Raketen, sind in den letzten Jahren wesentl. verbessert worden. Das im zweiten Weltkrieg meist angewandte *Deckungsverfahren*, bei dem sich der ferngelenkte Körper stets auf der Verbindungsgeraden des Fernlenkstandes mit dem Ziel befindet, kann vom Gegner zu leicht gestört werden. Heute wird allgemein das *Proportional-Navigationsverfahren* angewandt, bei dem die Änderungsgeschwindigkeit der Bewegungsrichtung des ferngelenkten Körpers proportional zur Drehgeschwindigkeit der Sichtlinie, d. h. der Verbindungsgeraden des ferngelenkten Körpers mit dem Ziel, ist. Sonderfälle dieses Proportional-Navigationsverfahren sind das *Kollisionsverfahren*, bei dem die Sichtlinie stets eine räumlich konstante Richtung beibehält, und das *Hundekurvenverfahren*, bei dem

die Bewegungsrichtung des ferngelenkten Körpers stets auf das Ziel zeigt. Beim *Schielwinkelverfahren*, einer Weiterbildung des Hundekurvenverfahrens, ist der Raumwinkel zwischen der Bewegungsrichtung des ferngelenkten Körpers und der Sichtlinie stets konstant, aber ungleich Null.

F. MÜLLER: Leitfaden der Fernlenkung (1955).

Fernmeldetechnik, → Nachrichtentechnik.

Fernrohr, 1) Teleskop, ein opt. Gerät, das entfernte Gegenstände unter einem vergrößerten Sehwinkel zeigt, sie also scheinbar näherückt. Bei dem *dioptrischen F. (Refraktor)* entwirft die Gegenstandslinse (Objektiv), bei dem *katoptrischen F. (Reflektor)* dagegen ein Hohlspiegel ein reelles Bild des Gegenstandes in der Gesichtsfeldblende. Die *katadioptrischen F.* verwenden Linsen und Spiegel gleichzeitig. Das Bild, das bei sehr fernen Gegenständen im Abstand der Brennweite vom Objektiv liegt, wird durch die Augenlinse (Okular) betrachtet. Das Okular hat stets eine wesentlich kürzere Brennweite als das Objektiv. Das in ihm sichtbare Feld nennt man das *Gesichtsfeld*. Die Helligkeit dieses Feldes (*Lichtstärke*) nimmt mit dem Durchmesser (*Öffnung*) des Objektivs zu, aber mit wachsender *Vergrößerung* ab. Die letztere ist gleich dem Verhältnis der Brennweiten von Objektiv und Okular. Objektiv oder Spiegel und Okular befinden sich an den beiden Enden eines Rohres (*Tubus*), dessen Mittellinie mit der *optischen Achse* zusammenfällt.

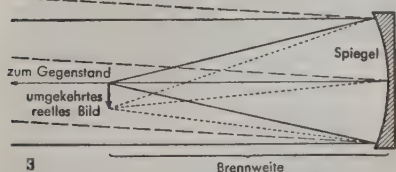
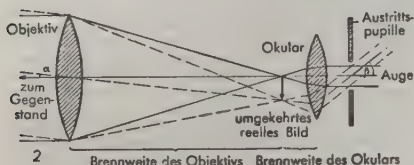
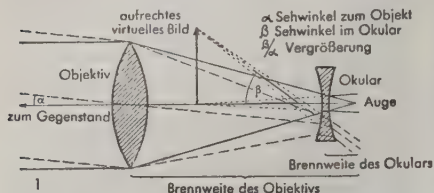
Das *holländische oder Galileische F.* (Bild 1) hat eine Sammellinse als Objektiv und eine Zerstreuungslinse als Okular, die um die Differenz ihrer Brennweiten voneinander entfernt sind. Ein reelles Bild kommt nicht zustande. Als lichtstarkes Doppelrohr mit 2- bis 10facher Vergrößerung wird das holländische F. als *Opernglas, Jagd- und Nachtglas* benutzt. Das *astronomische oder Keplersche F.* (Bild 2) verwendet als Objektiv und Okular Sammellinsen, deren Abstand voneinander gleich der Summe ihrer Brennweiten ist. Das Objektiv erzeugt ein umgekehrtes, reelles Bild. Beim *terrestrischen F.* wird mit einer dritten Linse eine zweite Umkehrung des Bildes und damit dessen aufrechte Stellung erreicht. Bei 10- bis 30facher Vergrößerung wird es als *Ziel-F.* und in Theodoliten verwendet. Die Aufrechtstellung des Bildes läßt sich auch mit einem *Porroschen Prismensatz* (1852) erzielen,

wobei zugleich auch die Länge des F. vermindert wird. In dieser Form ist das terrestrische F. als *Prismenglas* bekannt, das bei 6- bis 8facher Vergrößerung ein Gesichtsfeld von etwa 10° hat. Im allgemeinen wird es als Doppelglas gebaut, bei dem der Abstand der Objektive den Augenabstand übertrifft. Dadurch wird eine plastische Wirkung erzielt. Beim *Scheren-F.* erzeugt ein Abstand der Objektive von mehreren Metern eine noch weit stärkere plastische Wirkung. Mit Zusatzeinrichtungen wird es zur Messung von Entfernungen durch Winkelmessung benutzt, wobei der Abstand der beiden Objektive die Basis ist. Beim → Periskop können die Arme in einer zur Einblickrichtung senkrecht stehenden Ebene gedreht werden, so daß beide Objektive oberhalb des Beobachters nahe beieinanderstehen. Beim *Doppelblick-F.* wird der Strahlengang vor Eintritt in das Okular geteilt und zwei verschiedenen Okularen zugeleitet. Zwei Beobachter können dann am gleichen F. gleichzeitig denselben Gegenstand betrachten.

Beim *katoptrischen F.* (Bild 3) erzeugt ein meist parabolisch geschliffener und auf der Oberfläche versilberter Spiegel ein umgekehrtes, reelles Bild, das mit einem Okular betrachtet wird. Der Spiegel befindet sich auf der vom Gegenstand abgewandten Seite des Tubus, das Okular dagegen auf der diesem zugewandten Seite. Um eine Abdeckung des Strahlenganges durch den Kopf des Beobachters zu vermeiden, wird das Bild durch zusätzliche Optik aus dem Tubus herausgelenkt (→ Spiegelteleskop). Das Gesichtsfeld der katoptrischen F. ist wegen der großen Abbildungsfehler meist sehr klein.

Fernschreiber

Das *Schupmannsche Medial* ist ein katadioptrisches F. Bei ihm wird das vom Objektiv kommende Strahlenbündel vor Eintritt in das Okular durch eine Feldlinse mit darauffolgendem 45°-Prisma in ein Spie-



Fernrohr: 1 Strahlengang im Holländischen oder Galileischen Fernrohr, 2 im astronomischen oder Keplerschen Fernrohr, 3 im Spiegelteleskop. (Um den Strahlengang übersichtlich zu gestalten, entsprechen die Brechungen und Reflexionen nicht den wirklichen Verhältnissen.)

gellensystem geleitet, in dem die Farbabweichung beseitigt wird. Von besonderer Bedeutung ist die → Schmidt-Optik geworden.

Größere Teleskope, meist Kepler-F. und Spiegel ohne Bildaufrichtung, dienen in der Astronomie visueller, photograph. oder photoelektr. Beobachtung (TAFEL Astronomische Instrumente). Die größten dioptr. F. haben Linsen von 1 m Durchmesser; die Spiegeldurchm. der Spiegelteleskope können erheblich sein (z. Z. größter: Mt. Palomar, Kalifornien, mit 5 m), da sie ganz auf fester Unterlage ruhen, während die Linsen nur am Rande gefaßt sind und sich infolge ihrer eigenen Schwere durchbiegen können. In der Physik und für Meßzwecke benutzt man Kepler-F. z. B. am Spektrometer oder bei der Fernrohrablesung. In der Feinmeßtechnik, vor allem in Anwendung auf den Großmaschinenbau, dienen F. zur Fluchtung von Lagern oder anderen Bauteilen (*Flucht-F.*). In der Verbindung mit einem Kollimator oder einer Einrichtung zur Autokollimation dienen sie zur Richtungsprüfung, zum Einstellen spiegelnder Flächen auf Meßmarken oder zur Messung kleiner Winkelabweichungen (*Richtungsprüf- und Autokollimations-F.*).

GESCHICHTE. Das dioptrische F. scheint um 1600 in Holland von JAN LIPPERHEY, JAKOB METIUS oder ZACHARIAS JANSSEN erfunden worden zu sein. Auf Grund

von 1609 erhaltenen Nachrichten baute GALILEI ohne nähere Kenntnis der Erfindung das nach ihm benannte F., mit dem er kurz darauf die Sonnenflecken, die Phasen der Venus, die Monde des Jupiter und den Ring des Saturn sowie die Natur der Milchstraße entdeckte. Das astronom. F. ist von KEPLER, das katoptr. F. wahrscheinlich von LEONHARD DIGGES (um 1571) oder von NICOLAS ZUCCHIUS (um 1608) erfunden worden. NEWTON richtete wohl als erster 1671 ein (von ihm selbst gebautes) Spiegelteleskop auf Himmelsobjekte.

A. KÖNIG: Die F. u. Entfernungsmesser (1959).

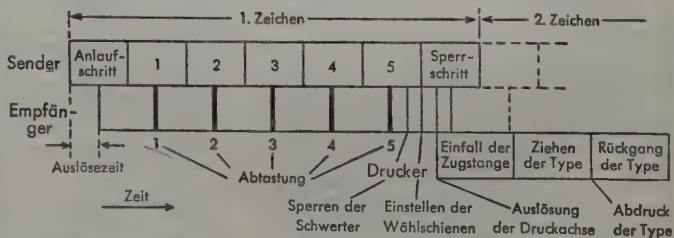
2) *Telescopium*, südl. Sternbild.

Fernschreiber, Schreibmaschinenartiges Gerät zur elektr. Übermittlung von schriftl. Nachrichten, die modernste Form des Drucktelegraphen (*Ferndrucker*), zeichnet sich durch hohe Betriebssicherheit und bes. einfache Bedienung aus. Er vereinigt Send- und Empfangseinrichtung in einem Gerät. Der Fernschreibverkehr wird auf einem eigenen Netz abgewickelt (*Telex-Netz*); die Verbindungen werden mit den gleichen Vermittlungseinrichtungen wie beim → Fernsprecher hergestellt. (TAFEL Fernschreiben – Fernsprechen)

Beim *Senden* wird ein Tastenfeld bedient. Die ausgesandten Signale bestehen aus 7 in gleichen Zeitabständen (etwa $\frac{1}{10}$ s) aufeinanderfolgenden Stromschritten, deren erster und letzter den Empfangsmechanismus auf der Gegenseite in Gang bringt und wieder stillsetzt (*Start-Stop-Prinzip*), so daß für das dazwischen zu übertragende Zeichen 5 Stromschritte verfügbar bleiben (*Fünferalphabet*). Da jeder Stromschritt Stromstoß oder -pause sein kann, lassen sich insgesamt $2^5 = 32$ verschiedene Zeichen zusammenstellen. Da diese Zahl nicht ausreicht, um sämtliche Buchstaben, Ziffern und Satzzeichen darzustellen, sind zwei Tasten zur Unterscheidung von Buchstaben einerseits sowie Ziffern und Zeichen andererseits vorgesehen. Mit dem Drücken der Taste wird das entspr. Zeichen auf der Sendeseite wie bei einer Schreibmaschine auf einem Papierstreifen (*Streifenschreiber*) oder auf einem eingespannten Blatt Papier (*Blattschreiber*) zur Kontrolle abgedruckt. Das Signal kann über jeden Nachrichtenkanal (Funk oder Drahtleitung) übertragen werden.

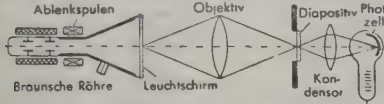
Auf der *Empfangsseite* löst der erste Stromschritt des ankommenden Signals den Empfangsmechanismus aus. Die folgenden 5 Stromschritte werden elektromagnetisch abgetastet; das Ergebnis wird durch die Stellung von 5 bewegl. Metallschienen mechanisch gespeichert. Durch Einkerbungen auf den Schienen wird derjenige Typenhebel identifiziert, der dem empfangenen Zeichen entspricht, und daraufhin vom Antriebsmotor ruckartig nach oben bewegt, so daß das entsprechende Zeichen auf dem Streifen oder Blatt abgedruckt wird.

Durch *Streifenlocher* kann der Nachrichtentext durch Lochung auf Papierstreifen gespeichert werden, wobei jedem Buchstaben eine dem Fünferalphabet entsprechende Lochkombination quer zum Streifen zugeordnet ist. Die Nachricht kann später durch einen *Lochstreifensender* vom Streifen elektrisch übertragen und am fernem Ende von einem *Lochstreifenempfänger* auf Lochstreifen oder durch einen normalen F. in Klartext wiedergegeben werden.



Fernschreiber: Reihenfolge der Vorgänge im Sender und Empfänger beim Senden und Empfangen eines Zeichens (nach Goetsch, Taschenb. f. Fernmeldetechnik)

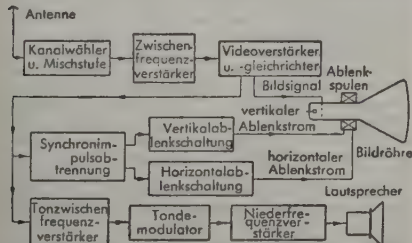
Fernsehen (hierzu TAFEL), die Übertragung bewegter Bilder mit Mitteln der Funktechnik. Wie beim Film werden in der Sekunde mehrere (in Europa 25) aufeinanderfolgende Bilder des Bewegungsvorganges übertragen. Jedes Bild wird in viele Zeilen (in Deutschland 625) zerlegt, die nacheinander punktweise abgetastet und deren Helligkeitswerte in Form von Bildsignalen nacheinander übertragen werden. Bei der Sendung werden die Bildsignale einer Trägerwelle aufmoduliert, deren Wellenlänge 38 cm–7 m beträgt (470–790 MHz) und



Fernsehen 2: Bildzerleger; Leuchtschirmabtaster (schematisch, nach Kirschstein-Krawinkel, Fernseh-technik).

die von der Sendeantenne ausgestrahlt wird. Auf der Empfängerseite wird die von der Empfangsantenne gelieferte Spannung gleichgerichtet (demoduliert), wodurch die Bildsignale zurückgewonnen werden. Diese werden in die Bildelemente zurückverwandelt, die in der richtigen Reihenfolge und Helligkeit wieder auf dem Bildschirm erscheinen. Beim allgemein angewendeten Zeilensprungverfahren werden erst die ungeradzahigen und dann die geradzahigen Zeilen abgetastet oder geschrieben, wodurch eine größere Flimmerfreiheit der übertragenen Bilder erzielt wird.

Im **Fernsehsender** wird das Bild durch einen elektron. Bildzerleger (Abtaströhren) durch einen Elektronenstrahl rasterartig zerlegt und Punkt für Punkt in elektr. Bildsignale umgewandelt (→ Ikonoskop, → Orthikon, → Vidikon). Die Abtaströhre ist in eine Kamera eingebaut, die ähnlich wie



Fernsehen 3: Blockschaltbild eines Fernsehempfängers (Differenzträgerverfahren)

eine Filmkamera aussieht. Außer den Bildsignalen werden auch Gleichlaufsignale (Synchronisierungssignale) ausgesendet, die zusammen mit den Bildsignalen als **Videosignale** bezeichnet werden. Derselbe Sender strahlt zugleich auf einer dicht benachbarten Trägerwelle den zugehörigen Ton aus. Während beim Videosignal die Amplituden-Modulation angewendet wird, benutzt man für den Ton, wie

beim UKW-Rundfunk, die Frequenzmodulation. Die Richtfunkstrecken, die das Fernsehprogramm den einzelnen Sendern zuführen, arbeiten ebenfalls mit Frequenzmodulation.

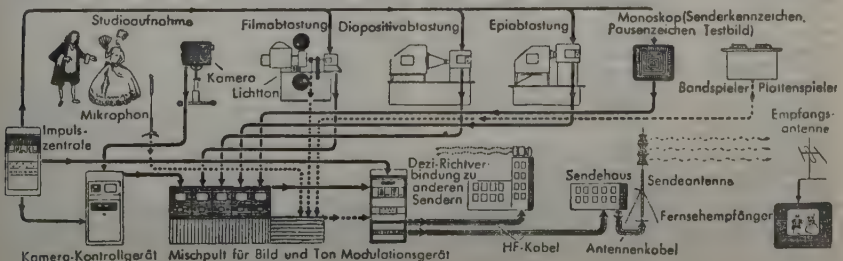
In **Fernsehmänglern** dient eine Braunsche Röhre (→ Bildröhre) zum Sichtbarmachen des Bildes. Der Elektronenstrahl wird mit Bild- und Zeilenablenkgeräten (Kippgeräten) und unter Benutzung der empfangenen Gleichlaufsignale mit derselben Geschwindigkeit zeilenweise über den Bildschirm geführt, wie der Strahl der Abtaströhre. Die Stärke des Strahls und damit die jeweilige Helligkeit des Leuchtfleckes auf dem Schirm ist abhängig von der Stärke eines an die Steuerelektrode (Wehnelt-Zylinder) der Röhre gelangenden Bildsignales. Der Kontrastregler am Empfänger dient zur Einstellung des Helligkeitsunterschiedes zwischen Bildschwarz und Bildweiß und der Schärfereger zur Einstellung der Schärfe des Bildes. Außerdem sind seltener zu bedienende Regler zur Einstellung der mittleren Helligkeit des Bildes und für den horizontalen und vertikalen Bildfang vorgesehen, mit denen die Kippgeräte auf die Bildfrequenz und die Zeilenfrequenz eingestellt werden. Beim **zeilenfreien F.** werden im Empfänger die Lücken zwischen den Zeilen ausgefüllt durch Vergrößern der Zeilenbreite soweit, daß sich die Zeilen berühren, z. B. durch optische Mittel (Rillenscheibe), durch Beeinflussung der Fokussierung oder durch Wobbelung des Leuchtfleckes. Der Leistungsverbrauch eines Fernsehempfängers mit 20 Röhren beträgt etwa 150 W. Als Empfangsantenne dient am besten eine Richtantenne auf dem Dach eines Hauses. Die eingebaute Antenne des Empfängers oder eine Zimmerantenne liefert bei ungünstiger Lage im Raum oft verwaschene oder „Geisterbilder“, das sind schwächere Wiederholungen des Bildes mit seitl. Verschiebung, die auf mehrfachen Empfang der Sendewelle auf verschiedenen langen Wegen, z. B. durch Reflexionen an Häuserfronten, zurückführbar sind.

Beim **Farb-F.** wird das Original entsprechend dem Dreifarbindruck in eine rote, grüne und blaue Komponente zerlegt. Diese drei Bilder werden fernsehmäßig abgetastet und entweder nacheinander oder ineinander verschachtelt übertragen.

Über die Projektion von Fernsehbildern auf Bildschirme → Eidophorverfahren. Durch die Entwicklung lösbarer magnetischer (Ampexverfahren) und thermoplastischer Bildaufzeichnungsverfahren ist die Konservierung von Bildsendungen wirtschaftlicher durchzuführen als bei der bisher verwandten Filmaufzeichnung.

P. MARCUS: Kleine Fernsehempfangs-Praxis (1959); A. HECHLER – CHR. DIETZ: Grundlagen der Radio- und F.-Technik (1961).

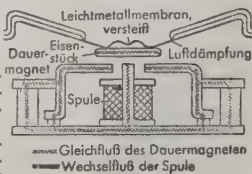
Fernsprecher, Einrichtung zum Austausch gesprochener Nachrichten über elektr. Wege. Die Schallwellen werden durch das **Mikrofon** in einen pulsierenden Gleichstrom oder einen Wechselstrom umgewandelt, der entweder über eine Leitung zum Empfänger geleitet wird oder die von einem Funk-sender ausgestrahlten elektromagnet. Schwingungen moduliert. Am Empfangsort wird der Wechselstrom durch den **Fernhörer (Telephon)** wieder in Schall-schwingungen zurückverwandelt. Dabei verstärken



Fernsehen 1: Gesamtvorgang (schematisch)

Fernsprecher

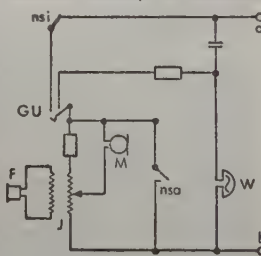
oder schwächen die ankommenden Sprechwechselströme das Magnetfeld eines Dauermagneten, der infolgedessen eine dünne Eisenblechmembran mehr oder weniger stark anzieht und dadurch die Schwingungen der Mikrofon-Membran formgetreu nachbildet. Für die Verständlichkeit reicht die Übertragung eines Frequenzbandes von 300 bis 3400 Hz aus. Der Fernsprecher oder Telefonapparat wird als Tisch- oder Wandapparat gebaut. Schallsender und -empfänger sind zu einer Einheit, dem Mikrotelephon oder Handapparat, vereinigt. Der Fernsprechapparat enthält ferner einen Wechselstromwecker und den Gabelumschalter: bei aufgelegtem Handapparat ist die Gabel niedergedrückt und der Weckerstromkreis eingeschaltet. Nimmt man den Handapparat ab, so schnellt die Gabel in die Höhe, und die Leitung wird auf den Sprech- und Hörstromkreis umgeschaltet.



Fernsprecher 1:
Aufbau eines Fernhörers

Die einzelnen Fernsprechapparate stehen über Anschlußleitungen mit der Vermittlungseinrichtung (Amt) in Verbindung. Bei der Handvermittlung endet jede Teilnehmerleitung am Vielfachfeld, einer Tafel mit Kontaktklinken (mehrpuligen Kontaktbuchsen mit Schaltkontakten) sämtlicher Teilnehmerleitungen und kann dort mit jeder anderen durch Schnüre mit Stüpseln von einer Beamtin verbunden werden. Anruf, Herstellung der Verbindung und Beendigung des Ferngesprächs werden beim Amt durch Aufleuchten von Glühlampen angezeigt.

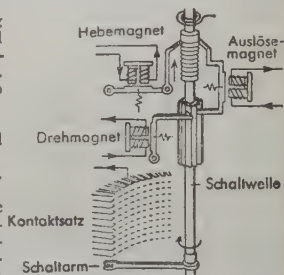
Im Selbstanschluß-(SA-)Amt treten automatisch. Geräte, die Wähler, an die Stelle der Beamtin. Der Leitungswähler besteht z.B. in Form des Hebrehwählers aus einem kleinen Gestell, das für jede Ader 10 übereinanderliegende Kontaktreihen zu je 10 Kontakten, d. s. 100 Kontakte, enthält. Vor diesem Kontaktsatz befindet sich ein kleiner Kontakterm, der von einem Elektromagnet. Schaltwerk um 10 Stufen gehoben und um 10 Schritte seitwärts gedreht werden kann. An jedem Kontakt endet die Leitung eines Teilnehmers. Wenn der Teilnehmer seinen Handapparat abnimmt, läuft im SA-Amt ein Vorwähler an und stellt die Verbindung mit einem freien Leitungswähler her. Beim Drehen der Nummernscheibe entscheidet das Kontakterm so viele Stromstöße in die Leitung, wie die gewählte Ziffer angibt; der Hebmagnet des Wählers wird ebensovielmals erregt und hebt den Kontakterm auf den entspr. Hörschritt; bei Wahl der nächsten Ziffer dreht der Drehmagnet den Kontakterm auf den Kontakt der gewünschten Nummer. Bei 100 bis 1000 Teilnehmern sind weitere Wähler nötig, die man als Gruppenwähler bezeichnet.



Fernsprecher 2: Schaltung (Selbstwähler). Bei Abnehmen des Hörers wird über Kontakt GU der Stromkreis der bei a und b angeschlossenen Amtsleitung geschlossen und das Mikrophon M mit Strom versorgt. Beim Wählen wird der Kontakt nsi im Takt der gewählten Nummer unterbrochen, gleichzeitig für die Dauer des Wählens der Kontakt nsa kurzgeschlossen. Über den Transformator T wird der Fernhörer F gespeist. W = Rufwecker.

Bei der Wahl der Nummer 382 dreht sich beim Abheben des Handapparates zunächst der Vorwähler, bis er einen freien Gruppenwähler (je 10 für 100 Teilnehmer) findet. Bei der Wahl der 3 wird der Gruppenwähler um 3 Stufen gehoben, dreht sich aber sofort seitlich weiter, bis er einen freien Leitungswähler gefunden hat. Die Wahl der 82 erfolgt wie oben. Für Anlagen mit 10000 Teilnehmern sind zwei, mit 100000 Teilnehmern drei Gruppenwahlstufen notwendig. Hat der Leitungswähler als letzter die waagerechte Drehung beendet, so wird die Leitung automatisch geprüft. Ist sie frei, so schalten Relais den Rufstrom aus der Ruf- und Signalmaschine in diese Leitung. Auflegen der Hörer läßt die Wähler in Ruhestellung zurückfallen. - Im Gegensatz zum Vorwählersystem besteht das Anrufsuchersystem darin, daß der zu einem System von Gruppenwählern und Leitungswählern gehörende Anrufsucher die rufende Leitung aufsucht. Dieses System hat sich vor allem für kleinere Nebenstellenanlagen und Haus-SA-Anlagen eingeführt.

Für den Verkehr zwischen entfernten Orten bestehen Fernämter, Schnellämter sowie der Selbstwählfernverkehr. Beim Schnellverkehr zwischen Orten mit sehr starkem gegenseitigem Fernsprechverkehr hat jedes Ortsamt eine Anzahl Leitungen zum fernen Amt auf seiner Vermittlungseinrichtung, so daß der anrufende Teilnehmer von der Beamtin sofort verbunden werden kann. Fernverbindungen werden beim Fernamt angemeldet. Zwischen den einzelnen Ortsnetzen bestehen meist nur wenige (teure) Fernleitungen (Kabel- oder Freileitungen). Das Fernamt stellt die Fernverbindungen nacheinander im Handbetrieb her. Stehen genügend Fernleitungen zur Verfügung, so wird zwischen den Ortsnetzen Selbstwählfernverkehr eingerichtet; dazu wird jedem Ortsnetz eine bestimmte Kennnummer zugeordnet, durch deren Wahl der anrufende Teilnehmer unmittelbar den fernen Ort erreicht. Die Nummer des gewünschten Teilnehmers wählt er dann wie im Ortsverkehr. Zur Verbesserung der Verständigung sind in die Leitungen alle 1,7 bis 2 km Pupinspulen (Verringerung der Dämpfung) und alle 75 km Röhrenverstärker eingesetzt, die den durch Ohmschen Widerstand und Kriechströme entstandenen Spannungsverlust ausgleichen, sowie eine Frequenzentzerrung gestatten. Um ein Gegensprechen auf derselben Doppelleitung zu ermöglichen, müssen in den Verstärkern zwei Röhren vorhanden sein, von denen jede nur in einer Richtung verstärkt; die beiden Richtungen werden durch Kunstschaltungen ähnlich der Wheatstoneschen Brückenschaltung getrennt und wieder vereinigt. Für den Weiterverkehr benutzt man 2 getrennte Doppelleitungen mit Verstärkern für beide Sprechrichtungen (Vierdrahtbetrieb). Sie werden im Überseeverkehr durch 2 Kurzwellenverbindungen ersetzt. Auf Strecken mit hoher Gesprächsdichte werden die Kabeladern mehrfach ausgenutzt (→ Trägerstromtechnik). In unwegsamem Gelände oder als Kabelersatz werden Dezimeterwellen-Richtfunkverbindungen eingesetzt.



Fernsprecher 3: Hebrehwähler, Schema (vgl. auch Tafel Fernschreiben und Fernsprechen).

GESCHICHTE. Die erste brauchbare Übertragung der menschl. Sprache gelang 1861 PHILIPP REIS. 1876 baute BELL den Fernhörer, 1878 HUGHES das Kohlemikrophon (eigentlich Beginn der Fernsprechtechnik). 1881 wurde das erste dt. Ortsnetz in Mühlhausen

(Elsaß) eröffnet. Beim Aufbau des dt. Fernsprechens waren der Generalpostmeister STEPHAN und WERNER von SIEMENS führend beteiligt. 1892 baute der Amerikaner STROWGER den ersten Wähler; das erste dt. SA-Amt wurde 1908 in Hildesheim eröffnet. 1915 fand die → Elektronenröhre Eingang in die Fernsprechtechnik.

W. ARTUS: Einführung in die elektr. Nachrichtentechnik (1957); K.-A. MÜGGE: Fernmeldetechnik (1960).

Fernsteuerung, die Überwachung, Bedienung und Steuerung von Anlagen von einer außerhalb liegenden, oft weit entfernten Stelle aus, z.B. bei Großkraftnetzen der Elektrizitätsversorgung, in der chem. Großindustrie u. a. Über F. von Fahrzeugen → Fernlenkung.

Fernwirkung, eine Kraftwirkung, die ohne die Vermittlung eines Zwischenmediums auftritt. Die Annahme von F. ist heute zugunsten der *Nahewirkungstheorie* aufgegeben worden, → Feld.

Ferrate, Salze, deren Säurerest von sechswertigem Eisen gebildet wird.

Ferrimagnetismus, Eigenschaft von Stoffen, die zwar antiferromagnetisch sind (→ Antiferromagnetismus), wegen ihres besonderen Gitteraufbaus aber nach außen hin ferromagnetisch erscheinen. Die wichtigsten Stoffe mit F. sind die Ferrite.

Ferrit, 1) Alpha-Eisenkristalle. 2) Verbindung von Eisenoxid (Fe_2O_3) mit einem oder mehreren Oxiden eines zweiwertigen Metalles (MnO , ZnO , NiO), als Spulenkern in der Funktechnik verwendet.

Ferritin, ein eisenhaltiges Protein (23% Fe), das in der Milz, Leber, Darmschleimhaut, im Knochenmark und Hoden vorkommt und der Eisenspeicherung im Organismus dient.

Ferroverbindungen, Verbindungen des dreiwertigen → Eisens.

Ferroelektrikum, ein Stoff, dessen dielektr. → Polarisation ein ähnliches Verhalten zeigt wie die magnet. Induktion der Ferromagnetika: *große Anfangswerte der Dielektrizitätskonstanten* (bis ≈ 20000), *Hysteresis*, dielektrische Sättigung und *Curie-Punkt*. Ein bekanntes F. ist das Seignettesalz, weshalb man auch von *Seignette-Elektrizität* spricht. Eine vollständ. theoret. Erklärung der spontanen Polarisation der F. ist bisher noch nicht gelungen.

ferroelektrischer Wandler, Gerät zur unmittelbaren Umwandlung von Wärme in elektr. Energie durch Ausnutzung der Temperaturabhängigkeit der Kapazität eines Kondensators aus ferroelektr. Material, z.B. Bariumtitanat. Der Kondensator wird auf die Curie-Temperatur erhitzt und über eine Diode aufgeladen. Bei der Abkühlung verspermt die Diode den Stromabfluß; dadurch steigt die Spannung an und die gespeicherte Energie erhöht sich. F. W. dieser Art sind in der Entwicklung; ihre Anwendung ist bes. für die Raumfahrt von Interesse, wo die ständig anfallende Sonnenenergie in elektr. Energie umzuwandeln ist.

Ferrolegierungen, Eisenlegierungen.

Ferromagnetismus, ein an den festen, kristallinen Zustand gebundener → Magnetismus einiger Stoffe (*Ferromagnetika*). Zu ihnen gehören einige Elemente (Eisen, Nickel und Kobalt) sowie Legierungen, deren Komponenten z.T. oder alle (*Heuslersche Legierungen* aus Mangan, Kupfer und Aluminium) nicht ferromagnetisch sind. Im flüssigen oder gasförmigen Zustand oder bei hinreichend hoher Temperatur (→ Curie-Punkt) sind diese Stoffe nicht mehr ferromagnetisch, sondern paramagnetisch (→ Paramagnetismus). Sie zeichnen sich dadurch aus, daß ihre Magnetisierung einige 1000mal größer sein kann als bei paramagnet. Substanzen (→ Permeabilität). Sie wächst aber nicht proportional zur erregenden Feldstärke, sondern erreicht schließlich einen Sättigungswert. Beim Abschalten des äußeren Feldes bleibt eine Restmagnetisierung (*Remanenz*), die bei modernen Dauermagneten beachtliche Werte erreichen kann, → *Hysteresis*. Eine Erklärung des F. wurde durch die Quantentheorie angebahnt (→ Elementarmagnete).

Ferroverbindungen, Verbindungen des dreiwertigen → Eisens.

Fertighaus, meist Wohnhaus, das nach industriellen Fertigungsverfahren aus „fertigen“ Teilen, die keiner Nacharbeit bedürfen, zusammengesetzt oder montiert wird. Das F. kann nebst Installation vollständig in der Fabrik hergestellt und in einzelnen Bauelementen an den Standort transportiert werden. → Wird das Haus konstruktiv in drei oder vier Zellen zerlegt, und die Wände bereits in der Fabrik zu einzelnen Räumen zusammengesetzt und diese zur Baustelle gebracht, so spricht man von *Zellenbauweise* (z.B. Aluminiumhaus England). Bei der *Skelettbauweise*, die dem Fachwerkbau ähnelt, werden die Stiele, Rähme und Deckenbalken aus Holz, Leichtstahl- oder Leichtmetallprofilen, seltener als Stahlbetonfertigteile, auf der Baustelle aufgestellt und in oder auf dieses Skelett, das allein die statischen Kräfte zu übertragen hat, die Wand-, Decken- und Dachtafeln oder -platten montiert. Bei der *Tafelbauweise* ist das tragende Gerüst in die Tafeln – als Rahmen – eingebaut und außerdem in dem räumlichen Zusammenwirken der Platten gegeben. Bei sehr großen Tafeln, die einer halben oder ganzen Hauswand entsprechen, und in die Fenster und Türen eingebaut sind, gelangt man zur *Wandbauweise*. Die Tafeln haben innen den Dämmstoff und oft die fertigen Innen- und Außenverkleidungen. Bei den Tafelbauweisen ist die dauernde Fugendichtigkeit die schwierigste, wohl immer noch nicht restlos gelöste Aufgabe. Beim Massivbau rechnet man mit einem, durch die Undichtigkeiten der Fenster und Türen bedingten – auch von der Lufterneuerung als erwünscht anzusehenden –, ein- bis zweifachen stündl. Luftwechsel, der bei Bauten in Plattenbauweise meist erheblich überschritten wird (größerer Wärmeverlust).

Fertigungstechnik befaßt sich mit der Herstellung technischer Erzeugnisse. *Fertigungsverfahren* sind Schmieden, Pressen, Bohren, Drehen, Fräsen, Schleifen, Schweißen, Nieten u. a. Der Minderung des Fertigungsaufwandes und damit der Verringerung des Erzeugnisses dient die *Entfeimung*, die Verringerung der Ansprüche an die Güte der Oberfläche und die Maßhaltigkeit techn. Erzeugnisse auf das notwendige Mindestmaß. So werden z.B. bei Feinmeßgeräten nur die für den Meßvorgang wichtigen Flächen feinstbearbeitet, während die übrigen, z.B. die Griffflächen einfach bearbeitet und mit Überzügen, Farbanstrich od. dgl. versehen werden.

Fesselballon, → Ballon.

Festigkeit, die Widerstandskraft, die feste Stoffe einer Trennung oder Verformung entgegensetzen. Sie bezieht sich auf die Querschnittseinheit und wird in kg/mm^2 (kg/mm^2) oder kg/cm^2 (kg/cm^2) angegeben. Man unterscheidet 1) nach der Art der

FESTIGKEITSEIGENSCHAFTEN DER GEBÄUCHLICHSTEN WERKSTOFFE

Werkstoff	Festigkeit für		Bruchdehnung %
	Zug	Druck	
	kg/cm^2		
Schweißeisen ...	3300–4000	–	20
Flußeisen	3400–5000	–	20–25
Flußstahl	5000–20000	–	15–18
Federstahl	10000 u.mehr	–	–
Nickelstahl			
(2–3,5% Nickel)	5600–6700	–	20–22
Stahlguß	3500–7000	–	18–20
Gußeisen	1200–3200	7000–8500	0–0,5
Kupferblech ...	2000–2300	–	35–38
Messing, gegoss.	1500	–	13
„ gewalzt	4500	–	15–25
Rotguß	2000	–	6–20
Bronze	bis 8000	–	8–38
Aluminium, Guß	1000	–	13
„ gewalzt	1500	–	6
Duralumin	4000–5000	–	4–21
Eichenholz	900	350	–
Kiefernholz	800	300	–
Hartholz	1000	600	–

angreifenden Last: *statische F.* bezüglich ruhender oder einmalig langsam ansteigender Belastung, und *dynamische F.* bezügl. wiederholter Belastung. Zu dieser zählen *Dauer-* (Schwing-, Schwell-, Wechsel-), *Zeit- und Schlag-F.* 2) nach der Lastrichtung: *Zug-, Druck-, Biege-, Verdreh- (Torsions-), Scher-F.* 3) nach der Dauer einer einmaligen Belastung: *Standfestigkeit.* Die zulässige Belastung ist gleich der berechneten F_z , dividiert durch einen Sicherheitsfaktor.

Die Festigkeitslehre bildet einen Teil der Mechanik. Sie ist eine wichtige Grundlehre des Maschinenbaues und Bauwesens. Mit ihrer Hilfe werden Maschinen und Bauteile bemessen.

F. G. WAGNER: Festigkeitslehre (1960); W. GEHLER-W. HERBERG: Festigkeitslehre I (1952).

Festkörper, feste Körper, setzen einer Änderung von Form oder Volumen und einer Zerteilung großen Widerstand entgegen und zeigen oft das Bestreben, in ihren ursprüngl. Zustand zurückzukehren: die Einzelbausteine der F_z , z. B. die Atome, sind sehr fest an bestimmten Plätze gebunden und suchen sich gegenseitig durch große Kräfte in diesen Lagen zu halten. Bei den *kristallinen F.* gibt es einen ganz bestimmten Schmelzpunkt, während die *amorphen F.* bei einer Temperatursteigerung allmählich erweichen und innerhalb eines großen Temperaturbereiches vom festen in den zähflüssigen und dann dünnflüssigen Zustand übergehen. Die kristallinen Stoffe zeichnen sich durch ihren regelmäßigen Aufbau mit einer ausgeprägten *Fernordnung*, d. h. mit geordneter Aneinanderreihung der Atome, aus; für die amorphen Substanzen ist dagegen eine regellose, statistische Verteilung der Einzelmoleküle oder Atome kennzeichnend. Sie können in ihrem Aufbau als Flüssigkeiten mit außerordentlich hoher Zähigkeit aufgefaßt werden.

Das physikal. Verhalten der F_z , insbes. der Metalle, wird verständlich, wenn man ihm die *Elektronengastheorie* zugrunde legt. Danach können sich die Elektronen der Metallatome in einem Metallstück nahezu frei wie Gas moleküle bewegen. Man erhält so ein anschaul. Bild der Elektrizitäts- und Wärmeleitung in F_z für quantenstatist. Rechnungen der Elektronengastheorie zieht man das *Energiebändermodell* heran. Ein im Metallatom gebundenes Elektron kann nur ganz bestimmte Energiewerte annehmen. Jeder dieser Energiezustände der Elektronen spaltet in einem ausgedehnten Kristall infolge der Möglichkeit eines Wanderns der Elektronen von Atom zu Atom in sehr viele eng übereinander liegende Energieniveaus, ein *Energieband*, auf. Aus der Besetzung der Energiebänder mit Elektronen, also aus der Elektronendichte, kann abgelesen werden, ob ein Stoff Metall, Halbleiter oder Isolator ist.

Festkörperschaltung, eine Weiterbildung der $\rightarrow$ integrierten Schaltung. Als Trägerplatte einer Baugruppe dient ein Halbleiterplättchen. Die aktiven Elemente und ein Teil der passiven Elemente sind durch Einlegieren und Eindiffundieren von Fremdstoffen in das Halbleiterplättchen hergestellt. Verbindungsleitungen und Anschlüsse und ein anderer Teil der passiven Elemente werden durch Aufdampfen oder Aufstäuben von leitendem Material gebildet.

Festmeter, abgek. *fm* oder *m'(r)*, ein Kubikmeter fester Holzmasse (ohne Zwischenräume der Schichtung), bes. für Messung von Langnutzholz.

Festpunkt, 1) VERMESSUNGSTECHNIK: jeder Punkt, der in seiner geograph. oder geodät. Lage durch ein Bauwerk (z. B. Kirchturm) genau bestimmt oder durch Steinfeiler im Gelände dauerhaft bezeichnet ist.

2) F_z , *Fixpunkte*, WÄRMELEHRE: leicht einstellbare Temperaturpunkte (Schmelzpunkt, Siedepunkt, Tripelpunkt) zur gesetzl. Festlegung der Temperaturskala (Fundamentalpunkt) und zur Eichung von Thermometern.

Fette und fette Öle, Stoffe tier. und pflanzl. Herkunft, vor allem aus Fettgeweben; chemisch Fettsäure-Glycerinester. Die wichtigsten beteiligten

Fettsäuren sind Palmitin-, Stearin- und Ölsäure. Natürliche Fette, die hauptsächlich aus Kohlehydraten entstehen, sind stets Gemische. Fette Öle enthalten Glycerinester der Ölsäure und anderer höher ungesättigter Fettsäuren, feste Fette Palmitin- und Stearinsäureester.

Die techn. wichtige *Fetthärtung* beruht auf Überführung der ungesättigten Fettsäuren in gesättigte durch Wasserstoffanlagerung. In reinem Zustand sind Fette farb-, geruch-, geschmacklos; durch best. Bakterien und unter Luftfeinwirkung spalten sie sich in Glycerin und Fettsäuren oder sie werden partiell oxydiert (werden ranzig). Nahrungsfette enthalten oft natürliche Aromastoffe, so die Butter das Diäzetyl. – Die *trocknenden Öle* bilden an der Luft unter Sauerstoffaufnahme in kurzer Zeit einen Film. Maßgebend für die Trocknungsfähigkeit ist der hohe Gehalt an ungesättigten Säuren. Die wichtigsten trocknenden Öle, Leinöl, Hanföl, Holzöl (Tungöl), bilden die Grundlage der Firnis-, Öl-, Farben- und Lackindustrie. Die Gewinnung der Fette erfolgt durch Pressen, Schmelzen, Ausziehen mit Benzin oder anderen Lösungsmitteln. Kocht man die Fette mit Laugen, so *verseifen* sie, d. h. sie spalten sich in Glycerin und die Alkalisalze der Fettsäuren, die *Seifen*. – Die Fette dienen der Ernährung, als Heiz-, Beleuchtungs- und Gleitmittel, für Färberei und Gerberei, zur Herstellung von Salben, Seifen, Kerzen, die fetten Öle bes. zur Herstellung von Lacken, Firnissen, Malerfarben, Linoleum (Leinöl), plastischen Massen, Textilölen.

Fettsäuren, Paraffinmonokarbonsäuren, einbasische organ. Säuren von der allgemeinen Formel $C_nH_{2n+1}-COOH$, wenn sie sich von gesättigten $\rightarrow$ Kohlenwasserstoffen, den Paraffinen, ableiten. Deren Reihe beginnt mit der $\rightarrow$ Ameisensäure, $H-COOH$. Die folgenden sind: $\rightarrow$ Essigsäure (CH_3-COOH), $\rightarrow$ Propionsäure (C_2H_5-COOH), $\rightarrow$ Buttersäure (C_3H_7-COOH), $\rightarrow$ Valeriansäure (C_4H_9-COOH), Kapronsäure ($C_5H_{11}-COOH$). Die ungesättigten Fettsäuren enthalten Doppel- oder Dreifachbindungen. Die höheren F_z , wie Palmitinsäure ($C_{16}H_{33}-COOH$), Stearinsäure ($C_{18}H_{35}-COOH$) und die ungesättigte Ölsäure ($C_{18}H_{33}-COOH$) sind wichtig als Komponenten der $\rightarrow$ Fette. – Techn. Gewinnung von F_z erfolgt durch Spaltung von Fetten und aus den bei der Fettraffination anfallenden Seifen; synthet. Erzeugung durch Oxydation von Paraffinen im Luftstrom bei 100–160°C in Gegenwart von Katalysatoren.

Feuchtigkeit, Luftfeuchtigkeit ($\rightarrow$ Luft). *Feuchtigkeitsmesser*, $\rightarrow$ Hygrometer.

Feuchtraumarmaturen sind Schalter, Abzweigdosens, Verbindungs- und Endstücke aus Isolierstoff, die vollständig wasserdicht geschlossen werden können. Die *Feuchtraumleitungen*, kabelähnlich. Leitungen außerh. des Erdbodens in feuchten Räumen, chem. Werken usw., werden an Armaturen mit Stopfbüchsen abgedichtet. Die einzelnen Adern der Feuchtraumleitung sind mit Gummi isoliert, dann miteinander verseilt, mit Gummi gemeinsam umpreßt, mit einem nahtlosen oder gefalzten Metallmantel und einer diesen gegen Feuchtigkeit und chem. Angriffe schützenden Umhüllung versehen.

Feuer, 1) jede unter Licht-, Wärme- und meistens auch Flammenentwicklung stattfindende $\rightarrow$ Verbrennung. Primitive Methoden der *Feuererzeugung*: 1) Durch Reiben oder Bohren von Holz auf Holz entsteht Bohrmehl, das zum Glimmen und Brennen gebracht wird, so beim *Feuerpflug* Ozeanien (Hin- und Herreiben in einer Längsrinne), bei der *Feuersäge* Australiens, Neuguineas und Indonesiens (Hin- und Herreiben in einer Querkerbe), beim *Feuerbohrer* (Feuerquirl) und *Bogenbohrer* Amerikas und Nordasiens; 2) Durch Schlagen von Stein oder Eisen (*Feuerstahl*) gegen Stein beim *Schlagfeuerzeug* (Europa, Asien, Eskimo, Altmexiko, S.-Amerika) wird ein Funke erzeugt, der mit Zunder aufgefangen wird. 3) Bei der *Feuerpumpe* (Hindus, Indonesien) beginnt durch Zusammenpressen der Luft in einer Hohlzöhre mit einem Stempel

ein in die Vertiefung des Stempels gesteckter Zunder zu glimmen.

Beim *Benzin-Feuerzeug* werden die aus einem Docht hochsteigenden Benzin- (oder Alkohol-) Dämpfe durch einen Funken entzündet, den man durch Reiben eines Zündsteins aus einer pyrophoren Legierung erhält.

2) bei Edelsteinen das Farbenspiel infolge starker spektraler Zerlegung des Lichts bei der Brechung an den Facetten, bes. bei Brillanten.

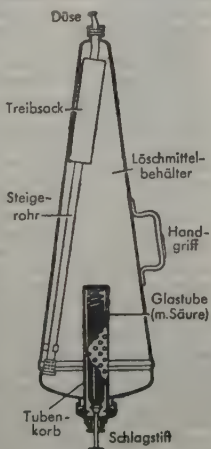
feuerfeste Steine sind künstlich hergestellte Mauerziegel und feuerfeste Natursteine, deren Schmelzpunkt über Segerkegel 26 (1650°C) liegt. Liegt der Schmelzpunkt der Ziegel über Segerkegel 36 (1850°C), dann nennt man sie *hochfeuerfest*. Ein f. S. für metallurg. Öfen zur Behandlung von Stoffen in reduzierender Atmosphäre ist der *Kohlenstoffstein*, aus einer Mischung von Kokspulver und Teer gebrannt, bis 2000°C verwendbar.

Feuerhemmend wirken Bauteile, wenn sie beim Brandversuch nach DIN 4102 während einer Prüfung von ½ Stunde selbst in Brand geraten, ihren Zusammenhang nicht verlieren und den Durchgang des Feuers derart verhindern, daß tragende Bauteile dabei ihre Tragfähigkeit nicht verlieren.

Feuerbeständig wirken Bauteile aus nicht brennbaren Baustoffen bei einem Brandversuch nach DIN 4102, wenn sie während einer Prüfzeit von 1½ Stunden unter der Einwirkung des Feuers und des Löschwassers ihr Gefüge nicht wesentlich ändern, ihre Standfestigkeit und Tragfähigkeit nicht verlieren und den Durchgang des Feuers verhindern. *Hochfeuerbeständig* sind Bauteile, die den Anforderungen an feuerbeständige Bauteile während einer Prüfzeit von 3 Stunden genügen.

Feuerkugeln, Bolide, besonders helle → *Meteore*.

Feuerlöschapparate. Der *Trockenlösch* enthält ein Löschpulver (in der Regel Infusorien-Erde, Kieselgur), das durch Kohlendioxid aus dem Apparat gepreßt wird und schlagartig den brennenden

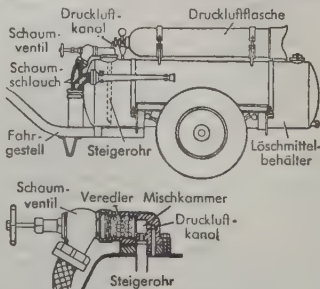


Feuerlöschapparate 1:
Naßlöcher (Schnitt)

Chemische Schaumlöcher bestehen aus einem zylind. Löschmittelbehälter, in dem der Einsatzbehälter eingehängt ist; beide enthalten getrennt je eine saure und eine basische Chemikalienlösung. Durch Umstürzen des Löschers lösen sich die Verschlüsse, und die beiden Lösungen reagieren miteinander unter Entwicklung eines chem. Schaums, der gut haftet. Der *Luftschaumlöcher* enthält Wasser, Schaumbildner und fäulnisverhindernde Chemikalien. Treibmittel und zugleich Füllgas der Schaumlöcher ist Druckluft. Spritzweite: 8–10m, Spritzdauer: 60–80 s. – Der *Kohlensäure-schnee-Löcher* besitzt ein Niederschraubventil, das durch ein Handrad betätigt wird. An das Nieder-

schraubventil ist ein Steigrohr (*Schneerohr*) ange-
steckt, das auf den Boden der Flasche mit flüssigem Kohlendioxid (Kondensationspunkt –79°C) hinab-
reicht; der Ventilauslaß ist über einen Druck-
schlauch mit dem Schneerohr verbunden.

Als *ortsfeste Feuerlöschscheinrichtung* wird an den Decken der Räume ein Rohrnetz verlegt, das mit Spritzdüsen versehen ist; diese werden von Hand



Feuerlöschapparate 2: Luftschaumlöcher (Minimax);
oben Ansicht, unten Schnitt durch den Luftschaum-
erzeuger.

(Regenvorrichtung) oder automatisch (Sprinkler) ausgelöst. Die *Regenvorrichtung* wird für Räume gewählt, die ständig unter Aufsicht stehen. *Sprinkler-Anlagen* haben im Rohrnetz kleine Ventile, deren Temperaturempfindl. Verschlüsse sich bei bestimmten Höchsttemperaturen (72°C und höher) öffnen. Bei dem Wasserdurchfluß durch ein Alarmventil wird über eine kleine Wasserturbine ein Feuer-
alarmsignal in Tätigkeit gesetzt. Bei *Berieselungs-
anlagen* sind die Sprinkler ständig offen.

Feuerlöschgeräte. Das Hauptgerät ist die *Feuer-
spritze (Feuerlöschpumpe)*. Handdruckspritzen sind
kaum noch gebräuchlich. Bei der *Gaspritze* ruht auf
einem Fahrgestell ein Wasserkessel (500 bis 600 l In-
halt). In ihn reicht bis auf den Boden ein Steigrohr,
an dessen oberes Ende ein Druckschlauch angekup-
pelt wird. Der Kessel wird durch in Stahlfaschen
mitgeführtes verdichtetes Kohlendioxid unter Druck
gesetzt, das Wasser in den Druckschlauch preßt.
Heute verwendet man fast ausschließlich *Motor-
spritzen*, die mit dem Otto- oder Dieselmotor des
Löschfahrzeugs betrieben werden. Die *Feuerlösch-
pumpe* ist eine meist hinter dem Wassertank einge-
baute Zentrifugalpumpe. Das *Tanklöschfahrzeug*
führt neben 2400 l Wasser 80 l Schaumbildner und
80 l Netzmittel mit, um auch mit Schaum oder mit
Netzwasser arbeiten zu können. Der *Rüstwagen* mit
Drehkran besitzt einen Drehstromgenerator (16
kVA), ausreichend für den elektr. Kranbetrieb bei
den höchstzulässigen Lasten und für den Antrieb
von mehreren leistungsstarken Werkzeugmaschinen.

– *Feuerwehrschräume* werden als *Druckschräume* aus
Hanf-, Flachs- oder Ramiegewebe, innen gummirt,
und als *Saugschäume* aus Gummi und Gummistoff-
einlage mit Drahtwende hergestellt; Druckschräume
werden, auf Haspeln gewickelt, auf *Schlauchwagen*
oder in *Schlauchtransportwagen* verladen. – Als
Feuerleitern werden neben kleineren *Hakenleitern*,
Klappleitern oder *Steckleitern* zur Erreichung grö-
ßerer Höhen heute vor allem *Drehleitern* mit mechan.
Aufrichtetrieb benützt, die, um eine Achse dreh-
bar gelagert, auf einem Fahrzeug befestigt sind
(*Kraftfahrdrehleitern*). Sie bestehen aus 3 und
mehr Teilen (Steighöhe 16–60 m), die durch eine
Windevorrichtung aufgerichtet, ausgezogen sowie
gedreht werden. – *Fahrbare Wassertürme*, die wie
eine mechan. Leiter aufgerichtet werden, besitzen
an der Spitze ein großkalibrires Wenderohr, das
von unten mit Wasser beschickt und beliebig be-
wegt werden kann.

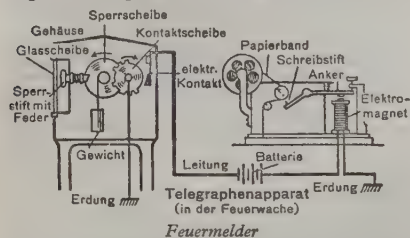
Feuerlöschboote stehen in großen Hafenstädten
und am Wasser gelegenen Industrieanlagen zur Un-
terstützung der am Land arbeitenden Löschzüge

Feuermeldeanlagen – FFAG-Maschine

bereit. Ihre Hauptaufgabe ist die Wasserversorgung mit großer Brandstellen; sie können aber auch mit Wenderöhren Wasser direkt auf Brandstellen, z. B. auf nicht an Land liegende Schiffe, leiten.

Feuermeldeanlagen, Gefahrengeldeanlagen, zeigen einen Gefahrenzustand unter Angabe des Meldeortes an eine Zentralstelle an. Die Melder sind mit mechan. Laufwerken (Gewichts- oder Federantrieb) ausgerüstet, die bei Betätigung mit einer Kenn-Nockenscheibe unterschiedliche Stromimpulse in die Leitung entsenden. Diese werden in der Feuerwache registriert und außerdem auf einer Zählentafel oder einem Lageplan optisch sowie durch Alarmwecker akustisch angezeigt. In großen Städten können die Meldungen selbsttätig von einer Feuerwache zur anderen oder zu einer Hauptwache übertragen werden. Für den Verkehr der Feuerwachen untereinander dienen Fernschreiber. Einzelne Löschfahrzeuge oder der Kommandowagen eines Löschzuges sind mit der Feuerwache oder einer zentralen Befehlsstelle durch *Funksprechgeräte* verbunden.

Automatische F. arbeiten 1) mit **Wärme- oder Maximalmeldern**, die bei bestimmten Höchsttemperaturen ansprechen, wobei zwei durch ein leicht schmelzendes Lot zusammengehaltene Federn einen Ruhestromkreis unterbrechen, sobald das Lot infolge Übertemperatur im Raum (70° C) schmilzt;



Feuermelder

2) mit **Bimetallmeldern**, die zwischen 40 und 100° C auf Temperaturanstieg um 5° ansprechen; 3) mit **Differentialmeldern**, die außer einem Maximalkontakt noch einen Kontakt enthalten, der anspricht, wenn die Raumtemperatur innerhalb einer Minute um 4–6° C ansteigt; in einer U-förmig gebogenen, beiderseits geschlossenen Glasröhre befindet sich zur Hälfte Quecksilber, darüber eine leicht verdampfende Flüssigkeit, die sich bei raschem Temperaturanstieg im wärmeisolierten Schenkel weniger stark ausdehnt als im nicht isolierten, so daß das Quecksilber im isolierten Schenkel steigt, wo es durch Berührung zweier eingeschmolzener Drähte den Alarmstromkreis schließt; 4) mit **Ionisations-Meldern**, die bereits auf Rauchgas ansprechen und einen entstehenden Brand unabhängig von der Temperatur melden; 5) mit **Photozellen**, die die Durchsichtigkeit der Luft kontrollieren und bei Rauch ein Meldegerät in Tätigkeit setzen.

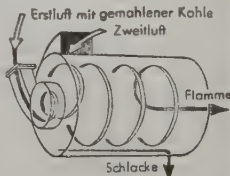
Feuerschiff, als schwimmendes Seezeichen dienendes, bemanntes Fahrzeug, das an navigativ wichtigen und gefährlichen Stellen verankert ist. Es ist grellrot angestrichen, trägt Signalkörper und ein Leuchtfeuer und ist mit Nebelsirene, Funk- und Unterwasserschallgeräten ausgerüstet; häufig gleichzeitig Lotsenstation. **BILD** Leuchtfeuer.

Feuerstein, ein grauer Chalcedon, der in Knollen in der Kreide vorkommt. Der F. war das wichtigste Material zur Herstellung von Waffen und Werkzeug in der Steinzeit und diente als Schlagstein zum Feuermachen bis in die neueste Zeit; auch an Handfeuerwaffen (Flinten) verwendet.

Feuerungen für feste Brennstoffe enthalten einen Rost, durch dessen Spalten die Verbrennungsluft zieht. Die Luft wird entweder durch den Kamin angesaugt oder mit einem Gebläse unter den Rost gedrückt (*Unterwind-F.*). Der einfache **Planrost** eignet sich vorwiegend für Steinkohle; beim **Treppenrost** für feuchte Brennstoffe liegen die Roststäbe treppenartig übereinander, und der Brennstoff rutscht

selbsttätig nach. Auf einem oft vorhandenen stärker geneigten **Vorrost** entwickeln sich Schmelzgase, die sich an dem glühenden Brennstoff auf dem Hauptrost entzünden (*Halbgas-F.*). Während beim **Wanderrost** ein endloses Rostband weiterläuft, werden bei **Schürrosten** die Rostplatten so bewegt, daß der Brennstoff weiterrutscht und gleichzeitig geschürt wird. Beim **Unterschubrost**, auch **Stoker** genannt, wird der Brennstoff durch Förderschnecken oder Schubkolben unter das Glutbett gedrückt.

F. für staubförmige Brennstoffe, die **Kohlenstaubfeuerungen**, befördern die mit Kohlenstaub beladene Luft durch ein Gebläse zu den Brennern. Bei der **Mühlenfeuerung** wird der Rohbrennstoff gemahlen, getrocknet, zerkleinert, bei der **Naßkohlenfeuerung** wird Kohle von über 15 bis 20% Feuchtigkeit getrocknet und vermahlen. **Schmelzkammer- und Schmelztrichter-F.** haben flüssigen Schlackenabzug, der dadurch erzielt wird, daß die Temperatur in der Verbrennungskammer an bestimmten Stellen so hoch (1700–1800° C) getrieben wird, daß die Brennstoffe flüssig anfallen. Der **Zyklonbrenner** scheidet die flüssige Schlacke im Brenner selbst aus.



Feuerungsanlagen: Arbeitsweise der Zyklonfeuerung

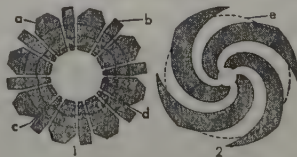
F. für flüssige Brennstoffe sind die **Ölfeuerungen**, die mit Erdöl, Masut oder Steinkohlenteeröl betrieben werden. Die Verbrennungsluft wird meist ringförmig um die Zerstäuberdüse zugeführt.

F. für Gase verwerten meist Hochofengas (Gichtgas) und Koksogengas, daneben Generatorgas und allgemein Stadtgas. Eine Sonderbauart ist die **flammenlose Oberflächenverbrennung** nach **BONE-SCHNABEL**, bei der ein Gas-Luft-Gemisch unter Druck im Innern glühender poröser Massen verbrennt.

NUBER: Wärmetechn. Berechnung d. Feuerungs- und Dampfkesselanlagen (141962).

Feuerwerk, die Erzeugung von Licht-, Funken- und Knalleffekten. **Buntpulversätze** sind aus sauerstoffhaltigen Salzen (z. B. Chloraten) und Metall-Salzen mit charakterist. Spektralfarben zusammen gemengt (Strontium rot, Kupfer hellblau, Barium grün, Natrium gelb); sie werden als Dekorationslichter, für Flammenfeuer (*bengalisches Feuer*) sowie zur Anfertigung von Leuchtkugeln verwendet. Die **Schwarzpulversätze** bestehen zum größten Teil aus Mehlpulver, dem Funken oder Sternchen bildende Materialien beigelegt werden. Aus ihnen werden **F.-Körper** mit starkwandigen Papphüllen hergestellt. Diese werden zu **F.-Stücken** kombiniert (Sonnen, Fächer), die auch durch den Rückstoß der Pulvergase rotieren oder als **Raketen** hochsteigen.

FFAG-Maschine (engl. fixed frequency alternating gradient machine). Teilchenbeschleuniger mit Führungsfeldern, die nach außen hin zunehmen, so daß die Sollbahnen von Teilchen niedriger Energie innen, von Teilchen größerer Energie weiter außen liegen. Im Gegensatz zu den bisher. Teilchenbeschleunigern haben also in der F.-M. bei zeitlich konstantem Führungsfeld gleichzeitig Teilchen der



FFAG-Maschine: 1 FFAG-Elektronen-Beschleuniger, horizontaler Querschnitt; a positiver Feldmagnet, b negativer Feldmagnet, c momentane Sollbahn, d Vakuumkammer. 2 Spiralförmiger Beschleuniger; e äußere Umlaufbahn der Teilchen (nach Acta Physica Austriaca)

verschiedensten Energien in nebeneinanderliegenden Bahnen Platz. Da ein nach außen zunehmendes Führungsfeld die Teilchen nicht in einer ebenen Bahn stabilisieren kann, muß man den Führungsmagneten in Sektoren einteilen, in denen das Magnetfeld abwechselnd aufwärts und abwärts gerichtet ist. Ein solches Feld wirkt insgesamt stabilisierend. Es gibt auch spiralförmig angeordnete Feldmagnete, die stabilisierende Eigenschaften haben, obwohl das Magnetfeld im Mittel nach außen zunimmt.

Nach dem Prinzip der F.-M. können sowohl Elektronen als auch Protonen beschleunigt werden.

Fibroin, Eiweißsubstanz der Naturseide.

Fieberstoffe, → Pyrogene.

Filamente, langgestreckte, unregelmäßig begrenzte Gebilde auf der Sonnenoberfläche, die am Sonnenrande die $\rightarrow$ Protuberanzen bilden. Die *Penumbra* der Sonnenflecken wird von F. mit regelmäßiger Struktur gebildet; sie durchziehen mitunter als Lichtbrücken die *Umbra* von Sonnenflecken.

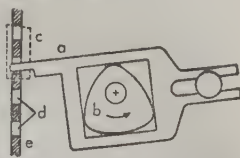
Film, 1) dünne Haut, oft als Oberflächenschicht auf andersartigem Material (*Lack-F., Öl-F., Schmier-F.*). 2) PHOTOGRAPHIE und FILMTECHNIK:

Träger der Lichtempfindl. Schicht, aus Azetyl- oder Nitrozellulose. Azetylzellulose ist weniger leicht brennbar (*Sicherheits-F.*). F. ohne lichtempfindliche Schicht nennt man *Blank-F.*, unbelichteten, beschichteten F. *Roh-F.* Je nach Emulsionsart unterscheidet man *Negativ-, Positiv-, Umkehr-F.*, nach seiner Breite 35-mm- (*Normal-*), 16-mm- und 8-mm- (*Schmal-*) F.

Filmtechnik

umfaßt alle zur Herstellung und Vorführung von photograph. Reihenbildern (Filme) notwendigen Arbeiten, Anlagen und Geräte sowie deren Bau. Beim Film selbst unterscheidet man den *Stummfilm*, der die Handlung nur bildmäßig zeigt, den *Tonfilm*, der außerdem noch Sprache, Musik und

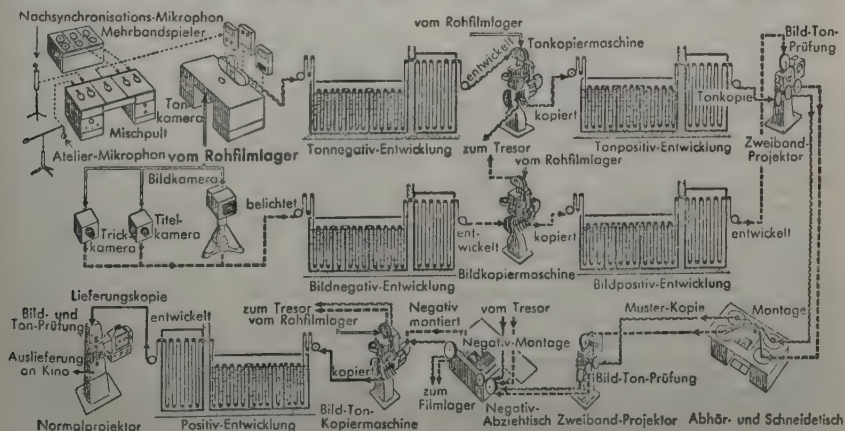
Geräusche wiedergibt, den *Farbfilm*, der das Bild in natürlichen Farben zeigt und den *Stereofilm* (3-D), der einen räuml. Eindruck vermittelt.



Filmtechnik 2: Greifersystem; a Greifer, b steuernde Exzenter-scheibe, c vom Greifer beschriebene Kurve, d Perforation des Films (e).

weise weitergeschoben. Während der Belichtung ist der Film in Ruhe, beim Vorrücken deckt eine vor dem Objektiv umlaufende **Sektorenblende** den Film ab. Die Sektorenblende läßt sich ebenso wie die Objektivblende vergrößern und verkleinern (Aufblenden, Abblenden). Damit der Abbildungsmaßstab verändert werden kann, enthält die Bildkamera mehrere Objektive, die ähnlich wie beim Mikroskop drehbar auf einem Revolverkopf (→ Revolver) sitzen oder ausgewechselt werden können. Das **Filmschaltwerk** wird durch Elektromotor, bei Schmalfilmkameras meist durch Federwerk angetrieben. Die Aufnahmegeschwindigkeit ist mit Rücksicht auf die Tonaufnahme genormt zu 24 Bildern je Sekunde (bei Normalfilm etwa $\frac{1}{2}$ m Film entsprechend). Zur Zeitraffung werden weniger, zur Zeitdehnung (Zeitupe) mehr Bilder je Sekunde aufgenommen, aber mit der genormten Bildzahl je Sekunde wiedergegeben. Bei der Wiedergabe kann das Auge die einzelnen Bewegungsbilder nicht mehr auseinanderhalten, so daß ein lückenloser Bewegungsvorgang vorgetauscht wird.

Gleichzeitig mit dem Bild wird der *Ton* in der Tonkamera aufgenommen. Beim *Lichtton-Verfahren* werden die beim Besprechen des Mikrophons entstehenden Stromschwankungen nach Verstärkung dem Lichtsteuergerät zugeführt. Durch eine Tonoptik wird ein Spalt auf dem vorbeilaufenden Film scharf abgebildet. Bei Intensitätsänderungen oder durch Änderung der Breite des Spaltbildes (*Lichtschleuse*) entsteht durch die Weiterbewegung des Films eine leiterähnliche Aufzeichnung der Lichtschwankungen (*Sporenschrift*). Bei Änderung der Länge der Spaltabbildung, infolge seitlicher Ablenkung des Lichtstrahles mittels eines schwingenden Spiegels (*Lichttham, Spiegeloszillograph*), entsteht eine *Zackenschrift*. Sie wird meist in Form einer Doppelzackenschrift aufgezeichnet, bei der im Positiv ein verschiedenes breiter, schwarzer Streifen



Filmtechnik 3: Übersichtsschema des gesamten Tonfilmprozesses

Filter

entsteht. Das Bild der Zackenblende wird je nach Spiegelstellung in verschiedener Lage auf der Spaltblende abgebildet. Dadurch ist die Mittenabdeckung verschieden breit und ändert sich im Rhythmus des Mikrophonstroms. An Stelle des Lichttones setzt sich bei der Aufnahme in steigendem Maße das → Magnettonverfahren durch.

Während die Leitung der *Bildhandlung* an die Szene gebunden bleibt, wird die *Tonhandlung* vom Tonmeister im allem. in einem besonderen, schallsicheren Raum abgehört und überwacht. In diesem befindet sich das *Mischpult*, an das mehrere Mikrophone angeschlossen werden können, und mit dem man die Verstärkung eines jeden Mikrophons regeln kann.

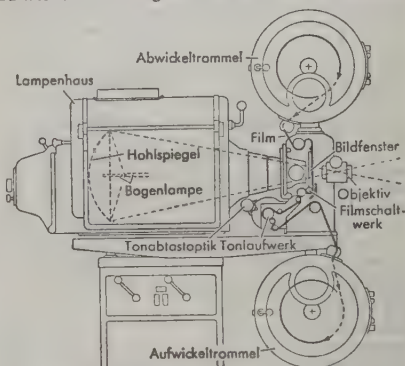
FILMBEARBEITUNG. Die von den belichteten Bild- und Tonnegativen hergestellten ersten *Bild-* und *Positive* werden vom *Schnittmeister* (*Cutter*) geschnitten und zur Musterkopie zusammengesetzt. Dann werden durch Überspielen die Sprache, Musik, Geräusche usw. hinzugefügt. *Bild-* und *Tonband* werden im Kopierprozeß auf einen einzigen Film kopiert. Für die Herstellung der Kopien und der Dup-Negative (Duplikate) werden *Kopiermaschinen* benutzt, die den Film schrittweise oder kontinuierlich (für Tonaufnahme) weiterbewegen. Die Übertragung geschieht entweder im Kontaktverfahren oder mit einer Optik. Im zweiten Falle kann auf ein anderes Filmformat umkopiert werden. Die langen Filmstreifen werden in *Entwicklungsmaschinen* entwickelt. Durch die Art der Montage lassen sich eigenartige Wirkungen erzielen, so z. B. durch das Ineinanderrufen der Szenen nach künstlerischen Gesichtspunkten, durch Überblendung, Kurzschnitt u. a.

Die Technik der Filmaufnahme bietet die verschiedensten Möglichkeiten, im Film etwas vorzutäuschen, was in der Wirklichkeit nicht ausgeführt werden kann, z. B. im *Trickfilm*, bei dem die einzelnen Bilder gezeichnet werden. Die Stellung der Figuren und der Gliedmaßen wird dabei jeweils von Bild zu Bild in mühevoller Arbeit in den einzelnen Bewegungsphasen gezeichnet und auf dem waagrechten Aufnahmeblech (*Trichtisch*) mit einem passenden Hintergrund aufgelegt und einzeln photographiert. Beim *Rückprojektionsverfahren* (Rückprojektorverfahren) wird auf eine lichtdurchlässige Bildwand durch einen Bildwerfer ein Film oder ein Stehbild von rückwärts projiziert, während vor der Bildwand die Szene durch die Darsteller gespielt wird. Beide, sowohl das Rückprojektionsbild wie die Darstellung, werden gleichzeitig von der Bildkamera aufgenommen. Dadurch können auch Szenen, die in der Natur spielen, im Atelier aufgenommen werden.

Bei *Stereo-* und *Breitwandverfahren* wird der Film durch Einbeziehung der 3. Dimension (Raumeindruck) wirklichkeitstreu (*3D-Film*). Bei den eigentl. *Stereoverfahren* werden im Augenabstand zwei verschiedene Filmstreifen aufgenommen, beide z. B. unter Verwendung von polarisiertem Licht mit zueinander senkrechten Schwingungsrichtungen auf eine Metallbildwand übereinander projiziert und durch eine Polarisationsbrille betrachtet, wodurch jedes Auge nur das für dieses bestimmte Bild sieht. Bei den *Breitwandverfahren* wird das Bild auf eine sehr breite, meist gekrümmte Bildwand projiziert. Der Zuschauer hat dann leichter das Gefühl, als ob er sich in der Szene befindet. Diese pseudostereoskopische Wirkung wird auch bei den bekannten Rundhorizontpanoramen ausgenutzt.

WIEDERGABE VON TONFILMEN. Im Vorführraum eines Filmtheaters befinden sich die *Bildwerfer* (Projektoren), die Gleichrichter für die Bogenlampen und die Verstärker für die Lautsprecher. Eine kontinuierlich laufende gezahnte Vorwickelrolle führt den Film aus der oberen Feuerschutztrommel dem Bildfenster zu. In diesem durchleuchten die von der Lichtquelle kommenden Strahlen den Film. Die bildweise Fortschaltung des Films geschieht durch die unterhalb des Bildfensters befindliche, gezahnte Schaltrolle, die durch ein Malteserkreuzgetriebe angetrieben wird; mit dem Schaltwerk ist die Blende

gekoppelt, die im Augenblick des Schaltens den Projektionsstrahl abblendet. Zum Ausgleich der ruckweisen Bewegung des Filmes wird eine Filmschleife oberhalb und unterhalb des Bildfensters gebildet. Der Film läuft dann durch den *Teil* der Maschine, um durch eine Nachwickelrolle einer Spule in der unteren Feuerschutztrommel zugeführt zu werden. Im Tongerät muß der Film vollkommen



Filmtechnik 4: Bildwerfer (schematisch).

gleichförmig laufen, da sonst Tonverzerrungen auftreten. Die ruckweise Fortbewegung des Filmes wird durch eine Filmschleife, Beruhigungsrollen und die mit einer Schwungmasse versehene, rotierende Tonbahn in eine gleichförmige umgewandelt. Bild und zugehöriger Ton liegen auf dem Film nicht nebeneinander, da das Bild vor der Tonabnahme-stelle durchleuchtet wird; der Abstand beträgt 20 Filmbilder. An der Tonbahn tastet ein spaltförmiges Lichtbündel die Tonspur ab; die Lichtschwankungen werden in einer Photozelle in Stromschwankungen verwandelt und diese nach entsprechender Verstärkung den Lautsprechern hinter der schalldurchlässigen Bildwand („Leinwand“) zugeführt. Der Vorführer hört den Ton im Vorführraum mittels Kontrolllautsprecher ab. Zur pausenlosen Vorführung ganzer Filme verwendet man zwei Bildwerfer, in denen abwechselnd die einzelnen Akte vorgeführt werden. Beim Übergang auf den zweiten Bildwerfer wird überblendet, d. h. Bild- und Tonlicht im ersten Bildwerfer ab-, im zweiten angeschaltet.

Grundlegend für das *Farbfilmverfahren* ist die Tatsache, daß man mit drei Grundfarben (Rot, Grün, Blau) alle in der Natur vorkommenden Farben hinreichend genau wiedergeben kann (weniger gut mit zwei Farben; die modernen Farbfilme sind daher durchweg Dreifarbenfilme). Am bekanntesten sind das Agfacolor-, das Kodacolor- und das Technicolor-Verfahren, → Farbenphotographie.

GESCHICHTLICHES. EDISON benutzte als erster ein mit photograph. Emulsion begossenes Zelluloidband, dessen Perforation und Bildformat so günstig gewählt waren, daß sie im wesentlichen noch heute verwendet werden. 1895 wurden von SKLADANOWSKI und MESSTER (Berlin), LE ROY (USA), LUMIERE (Lyon) die ersten Filme öffentlich vorgeführt. In den folgenden Jahren machte sich MESSTER in Deutschland um die Entwicklung einer Filmindustrie hervorragend verdient. Tonfilme wurden zuerst durch gleichzeitiges Abspielen von Schallplatten vorgeführt. Die moderne Tonfilmbildtechnik entstand erst, nachdem die Verstärkerröhre größere Ausgangsenergien lieferte. 1922 konnten VOGT, ENGL und MASOLLE („Trierigon“) den ersten Lichttonfilm vorführen.

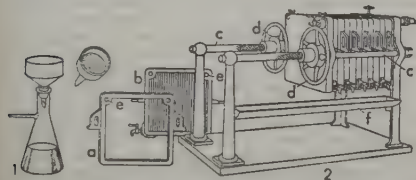
Filter. 1) TECHNOLOGIE: Gerät zum Trennen einer Flüssigkeit (*Filtrat*) von darin aufgeschwemmten festen Stoffen (*Rückstand*). Einfachste F. bestehen aus *Filtrierpapier*, einem festen, porösen, aber nicht löcherigen Zellstoffpapier. Für größere Filtrat-

Filterglas – Fischer-Tropsch-Verfahren

mengen verwendet man *Falten-F.* (große Oberfläche) und für größere Rückstandsmengen *Nutschen*, auf Saugflaschen aufgesetzte Trichter, deren flacher Siebboden mit Filterpapier bedeckt wird (BILD 1). Zum Abfiltrieren von Kolloiden werden *Ultra-F.*, durch Imprägnieren mit Kollodium verdichtete Papier-F., benutzt. *Anschwemm-F.* sind F. mit angeschwemmten lockeren Filtermassen (Asbest, Holzfasern, Kieselgel) auf poröser Unterlage (Siebe, poröse Platten); *Kerzen-F.* sind Hohlkörper aus festen porösen Stoffen (gebrannte Kieselgur o. ä.), durch die die Flüssigkeit von außen nach innen gedrückt wird.

Sand-F. zur WASSERREINIGUNG werden nach der Leistung als Langsam- und Schnell-F., nach ihrer Wirkung als mechanische F. (Flächenfilter), katalytisch-adsorptive (Enteisung) und chemische F. (Entsäuerung, Enthärtung) unterschieden. *Langsam-F.* bestehen aus 60–100 cm Feinsand auf nach unten hin größer werdenden Kiesschichten (*Filterkies*). *Schnell-F.* bestehen aus 0,80–3,00 m Filterkies von 0,5–2,0 mm Korngröße, darunter häufig größeren Stüttschichten. Der Filterboden ist in der Regel mit Filterdüsen dicht besetzt. Schnell-F. werden durch Rückspülung mit Druckluft und Wasser gereinigt.

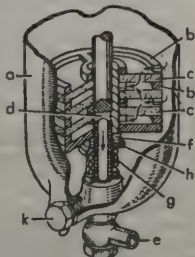
Die in der CHEM. TECHNIK häufige Filterpresse (BILD 2) besteht aus bis zu 60 Filterelementen, und zwar abwechselnd leeren Rahmen (a) und Riffelplatten (b), die auf Zapfen leicht verschiebbar in zwei horizontalen Tragstangen (c) hängen und mit Schraubenmuttern (d) zu einer liegenden Säule zu-



Filter: 1 Nutsche auf einer Saugflasche, 2 Filterpresse.

sammengedrückt werden. Über die Riffelplatten sind *F.-Tücher* gelegt. Durch in den Ecken der Rahmen und Platten angebrachte Bohrungen (e) wird ein durchgehender Kanal gebildet, durch den die Suspension (Trübe) mittels Pumpe in die leeren Kammern eingepreßt wird. Die Flüssigkeit tritt durch das Filtertuch und fließt durch die Riffelung in die Rinne (f) ab, der Filterrückstand sammelt sich als fester Kuchen in dem leeren Rahmen an und wird nach Öffnung der Presse ausgeräumt. – Das *Dreh-F.* besteht aus einer Trommel, deren Mantelfläche aus gelochtem Blech mit Filtertuch bespannt ist. Die *Siebzentrifuge* ermöglicht, die Flüssigkeit nahezu restlos abzuscheuern, bei kristallisierten Stoffen z. B. bis auf 2%. Auch *Wäschezentrifugen* sind Siebzentrifugen. – *Tauchsaug-F.* sind beidseitig mit *F.-Tuch* bespannte Rahmen, die in die Trübe eingehängt werden.

Mit *Kraftstoff-F.* (*Öl-F.*) werden Fremdkörper und Wasser aus dem Kraftstoff (Öl) entfernt. Die Einsätze der Filterpöte bestehen aus Metalldrahtsieben, *F.-Tüchern*, dünnem Leder oder porösem Glas, Porzellan oder Sintermetall in Form von Scheiben, gefalteten Zylindern u. ä. (BILD 3).



Filter 3: Kraftstofffilter, Zellenfilter (Bosch); a Gehäuse, b Leitscheibe, c Filterscheibe, d Abflußbohrung, e Ablauf des gereinigten Kraftstoffes, f Filzring, g Feder, h Federteller, k Schlammabflußschraube. Die Pfeile zeigen den Weg des Kraftstoffes.

2) ELEKTROTECHNIK: Zusammenschaltung von Spulen und Kondensatoren, manchmal auch in Verbindung mit piezoelektrischen Schwingkristallen, zum Herauslieben von Teilen aus einem Frequenzgemisch. Einfachstes Beispiel ist der Schwingkreis. Je nach den durchgelassenen Teilen des Frequenzbandes unterscheidet man: den *Tiefpaß*, den *Hochpaß*, den *Bandpaß*, die *Bandsperr*.

3) LICHTTECHNIK, PHOTOGRAPHIE: → Lichtfilter.

4) LÜFTUNG, KLIMATECHNIK: → Luftfilter.

Filterglas, schwach bis tiefdunkel gefärbtes Glas, das wegen der Durchlässigkeit oder Undurchlässigkeit für bestimmte Spektralbereiche hergestellt wird. Beispiele sind: rote, orangefarbene und grüne Dunkelkammergläser, Röntgenschutzgläser, Schutzbrillen für Schweiß- und andere Feuerarbeit, für Sport, Sonnenbad, Fahrzeuge (Blendungsschutz), braune und grüne Behälter für Chemikalien, Drogen, Konserven, Getränke usw.

Filz, Textilerzeugnis aus Tierhaaren, die sich beim Walken unter Einwirkung von feuchter Wärme, Druck und Seife verschlingen. Man unterscheidet: *Preß-* oder *Walk-F.* und *Web-* oder *Tuch-F.*

Findlinge, *erratische Blöcke*, durch Gletscher oder Inlandestransport verfrachtete große Gesteinsblöcke (z. B. nordischer Gesteine in Norddeutschland).

fin, begrenzt, endlich.

Finsternis, ASTRONOMIE: → Sonnenfinsternis, → Mondfinsternis.

Firn, Übergangsstadium bei der Umwandlung des frisch gefallenen Schnees in Gletschereis; durch diagenetische Vorgänge entsteht aus dem lockeren Schnee (Dichte um 0,1 g/cm³) der noch lufthaltige und daher weiße, aus einzelnen Körnern zusammengesetzte F. (Dichte 0,4–0,7 g/cm³).

Firn, Lack. 1) *Öl-F.* sind trocknende Öle, bei denen durch Zusatz von Trockenstoff oder durch anderweitige Behandlung die Trockenzeit verkürzt ist. Herstellung meist durch Kochen in Kesseln mit direkter Feuerung oder indirekt mit Hilfe von Heißdampf, oft unter gleichzeitigem Einblasen von Luft (geblasener F.). 2) *Lack-F.* enthalten außer Öl noch Lackkörper; 3) Lackartige Stoffe, z. B. Gemälde-F., Lösung von Weichharzen in Kohlenwasserstoffen.

Besondere Arten von F. sind geblasene Öle und die geschwefelten Öle (*Fakts-F.*) sowie F. für die graph. Verfahren. Als Ersatz für Leinöl-F. (*Firn*-ersatz) dienen ölarme billige Lacke, bei deren Herstellung Tran und Mineralölprodukte, Tallöl u. dgl. verwendet werden.

Frist, 1) die oberste waagerechte Linie eines Gebäudes, von aneinanderstößenden Dachflächen gebildet (*F.-Linie*).

2) BERGBAU: die Decke der Grubenbaue.

Fischer, 1) Emil, Chemiker, * 1852, † 1919, Prof. in Erlangen, Würzburg und Berlin, stellte Traubenzucker synthetisch her, entdeckte das Veronal, führte die Eiweißstoffe auf Aminosäuren zurück. 1902 Nobelpreis.

2) Franz, Chemiker, * 1877, † 1947, Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Kohleforschung in Mülheim (Ruhr), war an der Entwicklung des Fischer-Tropsch-Niederdruckverfahrens zur Kohlenhydrierung (1925) und der Paraffinsynthese (1936) hervorragend beteiligt.

3) Hans, Chemiker, * 1881, † 1945, Prof. in München, arbeitete über Abkömmlinge des Pyrrols, insbes. über Blut- und Gallenfarbstoffe und über Chlorophyll. 1930 Nobelpreis.

Fischer-Tropsch-Verfahren, Synthese von aliphatischen Kohlenwasserstoffen aus Kohlenoxid und Wasserstoff. Die z. B. nach der Reaktion $\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ bei 180–250°C unter 1–20 atü an Kobalt- oder Eisenkontakten primär gebildeten $-\text{CH}_2-$ Radikale addieren sich je nach den Bedingungen zu mehr oder weniger langen Ketten, so daß die Reaktion entweder mehr zu hochmolekularem Paraffin oder zu Benzin gelenkt werden kann. Das ursprüngl. Ziel, Treibstoffe zu erzeugen, ist immer mehr zurückgetreten hinter der chem. Weiterveredlung der ungesättigten Kohlen-

Fischlupe – Flammen

wasserstoffe, insbes. auf Waschmittel (Alkoholsulfonate und Sulfchloride).

Fischlupe, ein → Echolot mit Braunscher Röhre, auf deren Leuchtschirm der vom Meeresboden oder von Fischleibern reflektierte Ultraschallimpuls als leuchtender Strich aufgezeichnet wird.

Fischwege werden an Stauwerken angelegt, um Wanderfischen das Passieren zu ermöglichen. **Fischpässe** sind meist offene Gerinne zwischen Ober- und Unterwasser, in denen die Wassergeschwindigkeit durch Einbauten so gering gehalten wird, daß der aufsteigende Fisch sie überwinden kann. Am besten haben sich **Beckenpässe** oder **Fischtreppen** bewährt, bei denen das Gefälle durch eine Kette kleiner Becken mit je 0,15–0,30 m Höhenunterschied überwunden wird. Der Fisch springt über die Trennwand oder durchschwimmt das Schlupfloch an der Beckensohle. Für den Aufstieg der Jung- (Glas-) Aale dienen **Aalgänge** oder **-leiter**, mit Reisig oder Grobkies gefüllte, durchrieselte Rohre oder Rinnen.

Fitting, Verbindungsstück bei Metall-Leitungen zur Aufnahme von Flüssigkeiten und Gasen wie **Muffe**, **Bogen**, **Winkelstück**, **T-Stück** usw.

Fixativ, Mittel, um Zeichnungen unverwischbar zu machen; besteht aus farblosen Schellack-, Harz- oder Paraffinlösungen, die aufgespritzt werden.

Fixiersalz, meist Natriumthiosulfat, dient in der Photographie zum Herauslösen des überschüssigen Bromsilbers nach dem Entwickeln, um das Bild lichtbeständig zu machen, zu **fixieren**.

Fixpunkt, → **Festpunkt**.

Fixsterne, die wie unsere Sonne selbstleuchten und ihren Ort an der Sphäre scheinbar nicht verändernden → **Sterne** im Gegensatz zu den **Wandelsternen** oder **Planeten**.

Flachdruckverfahren, alle → **Druckverfahren**, bei denen druckende und nicht druckende Teile in einer Ebene liegen (→ **Offsetdruck**, → **Steindruck**, → **Lichtdruck**).

Fläche, geometrisch eine Menge von Punkten im Raum, zwischen deren Koordinaten eine feste, bestimmte Stetigkeitsforderungen genügende Beziehung besteht, die man meist durch eine Gleichung beschreibt, z. B. eine algebraische Gleichung bei den **algebraischen F.** Die einfachsten **F.** sind die **Ebenen**. **F. zweiter Ordnung** sind: Kugeln, Kegel, Zylinder, Ellipsoide, Hyperboloide und Paraboloid. Die **algebraischen F.** werden durch algebraische Untersuchung ihrer Gleichungen und mit topolog. Methoden behandelt, die übrigen **F.** mit Hilfe der **F.-Theorie** (Teil der Differentialgeometrie) und ebenfalls durch topologische Betrachtungen. – In der **Flächentheorie** werden die Tangentialebene und die Krümmung in einem **F.-Punkt** berechnet und bestimmte auf der **F.** gezogene Kurven, wie **Krümmungslinien**, **Asymptoten** und **geodätische Linien**, untersucht. – **EULER**, **MONGE** und **GAUSS** sind die Begründer der **F.-Theorie**.

Flächeninhalt, die Anzahl von **F.-Einheiten** (cm^2 , m^2 u. a.), die in einem ebenen oder gekrümmten **F.-Stück** enthalten ist. Die Berechnung des **F.-Inhalts** ist Aufgabe der → **Integralrechnung**. Er läßt sich nur für wenige **F.** als geschlossener Ausdruck angeben, z. B. für Dreiecke oder für die vollen Oberflächen der Kugeln. Maschinelle Bestimmung durch → **Planimeter**.

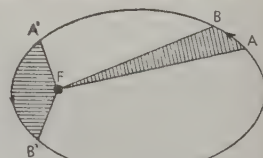
W. BLASCHKE – **H. REICHARDT**: Einf. in die Differentialgeometrie (*1960).

Flächensatz, ein Spezialfall des Satzes von der Erhaltung des → **Drehimpulses**, von **KEPLER** aus der Planetenbewegung empirisch abgeleitet: Ein Körper bewegt sich unter dem Einfluß einer Zentralkraft so, daß die Verbindungslinie zum Kraftzentrum in gleichen Zeiten gleiche Flächeninhalte überstreicht. **Flachmoor**, Sumpfmoor im Niveau des Grundwassers. Gegensatz: **Hochmoor**.

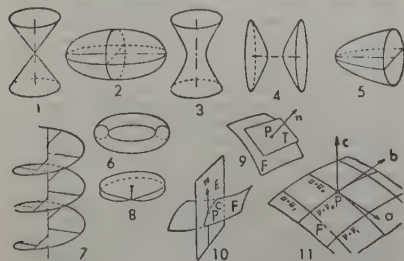
Flachs, **Lein**, einjährige, blau-blühende, 0,60 bis 1,2 m hohe Faser- und Ölpflanze. Der Faserlein gedeiht am besten auf nährstoffreichen sandigen Lehmböden. Ernte etwa 100–120 Tage nach Aussaat kurz vor Samenreife durch Raufen von Hand oder Maschine. Die Pflanzen werden getrocknet, durch Riffeln von den Samenkapseln befreit, anschließend die unter der Rinde liegenden Bastbündel, die 25–30 % der Stengelsubstanz betragen, gewonnen. Die Lokierung der Bastbündel geschieht durch **Rösten** (Rotten) auf biologischem oder chemischem Wege. Bei der heute industriell üblichen Warmwasserbassinröste (Temp. 30° C, Impfung des Wassers mit Pektinzehrern) beträgt die Röstdauer 3–5 Tage. Dann folgt die mechan. Ausarbeitung der gelockerten Baststränge durch **Knicken** (**Brechen**) und **Schwingen** von Hand oder auf der Knickmaschine und Schwingturbine (Ergebnis: **Schwing-F.** und **Schwingwerg**). Schließlich werden die groben Bastbündel durch **Hecheln** mit einem Hechelkamm oder auf einer Hechelmaschine in feine, verspinnbare Teilbündel aufgeteilt (Ergebnis: **Hechel-F.** und **Hechelwerg**). Die abfallenden Holz-, Mark- und Rindenteile heißen „Schäben“.

Die techn. **F.-Faser** ist 60–70 cm lang, blaßblond bis grau, besteht aus 20–40 Elementarfaseren von 4–6 cm Länge und besitzt eine weit größere Reißfestigkeit als die Baumwolle. Die Kultur des **F.** reicht bis in die jüngere Steinzeit zurück. Wichtigste **F.** anbauende Länder sind: UdSSR, Argentinien, Indien, USA, Uruguay, Kanada, Polen, Litauen, Lettland, Deutschland, Frankreich, Belgien u. a.

Flammen, brennende Gase und Dämpfe. Auch bei brennenden festen und flüssigen Stoffen geht der **F.-Bildung** die Bildung von brennbaren Gasen und Dämpfen voraus. Eine ruhig brennende **Kerzen-F.** besteht aus drei sich umhüllenden Zonen. Die innere Zone, der Kern, leuchtet nicht; sie besteht aus gasförm. Kohlenwasserstoffen; ihre Temperatur ist verhältnismäßig niedrig. Der äußerste Mantel der **F.** leuchtet schwach, in ihm vollzieht sich die vollständige Verbrennung der Gase zu Kohlendioxid und Wasserdampf. Er besteht daher aus glühenden gasförmigen Verbrennungsprodukten. Der hinzutretende Sauerstoff wird hier so weit verbraucht, daß in der mittleren Zone nur noch eine unvollkommene Verbrennung stattfinden kann. Hier wird Äthylen, C_2H_4 , in Methan, CH_4 , und Kohlenstoff zerlegt. Die festen Kohlenstoffteilchen werden zum Glühen erhitzt und sind die Ursache des Leuchtens der **F.** Fehlt es an Sauerstoff, so entweichen unver-



Flächensatz: Fläche ABF = Fläche A'B'F'



Flächen: 1 Kegel; 2 Ellipsoid; 3 einschaliges Hyperboloid; 4 zweischaliges Hyperboloid; 5 Paraboloid; 6 Kreistring oder Torus; 7 Wendelfläche mit unendlich vielen Windungen; 8 Riemannsche Fläche für $\sqrt{x}$ (die beiden Blätter der Fläche sind etwas auseinandergezogen); 9 Flächenstück **F** mit Tangentialebene **T** im Punkte **P** und Normalvektor **n**; 10 ein Normalschnitt **C** einer Fläche **F** im Punkte **P** (Schnitt von **F** mit einer Ebene **E** durch **P** und **n**); 11 Parameterkurven und begleitendes Dreibein (**a**, **b**, **c**) auf einer Fläche.

Flammenschutzmittel – Flaschenzug

brannte Kohlenstoffteilchen aus der F. unter Rußbildung. Wird einer rußenden F. – etwa durch Aufsetzen eines Zylinders, der unten den Zutritt von Luft gestattet und deshalb wie ein Schornstein wirkt – mehr Sauerstoff zugeführt, so brennt sie unter Aussendung weißen, strahlenden Lichtes.

Nichtleuchtende F., bei denen die brennbaren Gase keinen Kohlenstoff abscheiden können, werden leuchtend, wenn feste nichtschmelzende Substanzen (z. B. Kalk, Auerghüstrumpf aus Thor- und Zeroxid) in ihnen zum Glühen erhitzt oder ihnen kohlenstoffreiche Dämpfe zugemischt werden. So liefert z. B. Wasserstoffgas eine F. von starker Leuchtkraft, wenn es durch Benzol geleitet wird. Wird umgekehrt ein an sich mit leuchtender F. brennendes Gas, wie z. B. das Leuchtgas, vor seiner Entzündung mit Luft gemischt ($\rightarrow$ Bunsenbrenner), so ist die Leuchtkraft des Gases vernichtet, dafür aber ist infolge der zahlreichen in der F. stattfindenden Oxydationsvorgänge von Kohlenstoffteilchen sowie der Verminderung der Wärmestrahlung die erzeugte Wärme und damit die Temperatur bedeutend höher als bei der leuchtenden F. – Stark leuchtende F. entziehen den von ihnen benötigten Sauerstoff sauerstoffhaltigen Stoffen (*Reduktions-F.*). Entsprechend nennt man nichtleuchtende F. *Oxydations-F.* Diese Eigenschaften der F. werden in der Chemie und chem. Technik zu Reduktions- und Oxydationszwecken häufig verwendet.

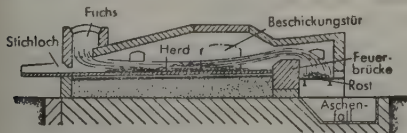
Freibrennende F., die beim Auftreffen von Schallwellen ihre Gestalt verändern, dienen zur Vorführung von Experimenten über Reflexion und Brechung des Schalles sowie zur Frequenzbestimmung der Töne (*empfindliche F.*); die F. zucken beim Auftreffen des Schalles zusammen, zeigen daher im rotierenden Spiegel periodische Gestaltsänderungen. Zu exakten Frequenzmessungen eignen sich kleine F., denen das Gas durch eine Kapselfuge geleitet wird, die mit einer dünnen Membran versehen ist (*manometrische F.*).

Nichtleuchtende F. lassen sich durch leicht verdampfbare Verbindungen färben. Bes. empfindlich reagiert die F. durch Gelbfärbung auf Natriumsalze. Kalium- und Rubidiumsake liefern violette, Lithium- und Strontiumsake rote, Kalziumsake ziegelrote, Barium-, Kupfer-, Thalliumsake grüne, Blei-, Arsen-, Antimonsake fahlblaue Färbungen. Die F.-Färbung wird in der analyt. Chemie mit besonderem Vorteil zum Spurennachweis von Alkalien und Erdalkalien z. B. in Böden oder biolog. Material angewendet (*F.-Photometrie*). Dazu werden bestimmte Spektrallinien aus der F. ausgefiltert und ihre Intensität mittels Photozelle gemessen.

Flammenschutzmittel, Stoffe, mit denen leicht entzündliche Gegenstände, wie Theaterdekorationen usw. imprägniert werden, um der Feuersgefahr vorzubeugen, z. B. Natriumphosphat, Borax, Wasserglas.

Flammenwerfer, eine Nahkampfwaffe nach Art der tragbaren Feuerspritze, aus dem Flammöl, das sich beim Austritt aus dem Strahlrohr entzündet, als Feuerstrahl bis zu 60 m verspritzt wird.

Flammofen, ein hardertiger Ofen, in den das zu erhitzende oder einzuschmelzende Metall eingebracht und von einer in einer besonderen Rostfeuer-



Flammofen

rung (oder durch Gasfeuerung) erzeugten Flamme bestrichen wird. Hauptarten: *Fuddelofen*, *Siemens-Martin-Ofen*, *Kupferraffinierofen*, *großere Schmiedeofen*.

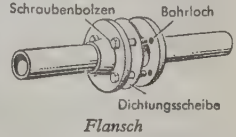
Flammpunkt dient als Maß für die Feuersgefahrlichkeit von Ölen, Benzenen usw. ($\rightarrow$ Entzündung).

Zur Bestimmung verwendet man genormte *F.-Geräte*, z. B. nach ABEL, MARCUSSEN.

Flanell, ein- oder beidseitig gerauhtes Gewebe aus Baumwolle, Zellwolle und Wolle, vorwiegend in Körperbindung.

Flankengleichrichtung, *Flankendemodulation*, Umwandlung *frequenzmodulierter* in *amplitudenmodulierte* Schwingungen an der Flanke der Resonanzkurve eines gegen die Trägerfrequenz verstimmtten Schwingungskreises und nachfolgende Gleichrichtung. Angewendet in einfachen Rundfunkempfängern mit UKW-Bereich.

Flansch, der scheibenförmige Rand (Bord) an Rohrenden, Zylindern u. geteilten Gehäusen zur Verbindung solcher Teile mit einem andern.

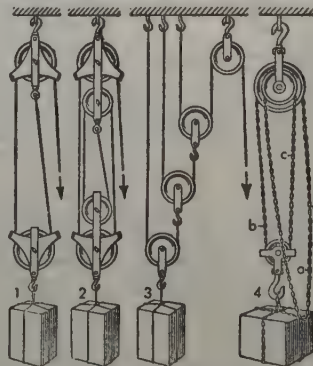


Flare, wenige Minuten dauernde Strahlungsausbrüche auf der Sonnenoberfläche oder ebenso kurze Helligkeitsausbrüche um etwa 5 Größenklassen bei Fixsternen sehr niedriger Temperatur und Leuchtkraft.

Flasche, magnetische, $\rightarrow$ magnetische Flasche.

Flaschen, heute meist durch Maschinen hergestellt, die sich seit etwa 1870 von halbautomat. Vorrichtungen (ATTERBURY in Pittsburgh/USA; KUTZSCHER, MILLER, SEVERIN und besonders SCHILLER in Dtl.) bis zu völlig selbsttätigen riesigen Blasmaschinen amerikan. Bauart (O'NEILL, M. OWENS) entwickelt haben. Die Owens-Maschine hat auswechselbare Stahlformen, die eine Massenherstellung von F. jeder Art und Form ermöglichen, BILD Glas. – *Stahl-F.* zur Aufnahme komprimierter Gase werden über einen Dorn nahtlos gezogen. – *Kunststoff-F.* besitzen sehr hohe chem. Widerstandsfähigkeit; sie können auf verschiedene Weise im Blasverfahren hergestellt werden.

Flaschenzug, Vorrichtung zum Heben von Lasten mit geringeren Kräften, als sie den Eigengewichten der Lasten entsprechen; im einfachsten Falle eine obere feste Rolle und eine untere lose Rolle, an der die Last hängt (BILD, 1). Wird durch Zug an dem freien Seilende die Last um eine bestimmte Strecke gehoben, so muß der Angriffspunkt der Kraft einen doppelt so großen Weg zurücklegen wie die Last. Aus dem Gesetz: Arbeit = Kraft $\times$ Weg in Richtung der Kraft = Last $\times$ Weg der Last folgt daher, daß die Kraft nur halb so groß zu sein braucht wie die Last. Verwendet man vier (BILD, 2), sechs oder acht Rollen, so ist als Kraft nur ein Vier-



Flaschenzug: 1 einfacher F. (die Kraft beträgt $\frac{1}{2}$ der Last); 2 vierrölliger F. (die Kraft beträgt $\frac{1}{4}$ der Last); 3 Potenz-F. (die Kraft beträgt $\frac{1}{n}$ der Last); 4 Differential-F. (die Kraft beträgt $\frac{1}{2}$ der Last, multipliziert mit dem Verhältnis der Differenz der Radien der beiden oberen Rollen zum Radius der größeren dieser Rollen).

Flasertextur – Flechtwerk

tel, Sechstel oder Achtel der Last notwendig. Praktisch muß jedoch die Kraft wegen der Reibungswiderstände größer sein. Wird für jede der losen Rollen ein eigenes Seil verwendet, so kommt der *Potenz-F.* zustande (BILD, 3). Die Kraft P beträgt hier bei n losen Rollen: $P = \frac{\text{Last}}{2^n}$. Der *Differential-F.* (BILD, 4) besteht aus einem festen Rollengehäuse (Flasche), auf dessen Achse zwei Rollen von verschiedenem Durchmesser fest aufgekeilt sind, und einer einfachen losen Rolle. Um alle drei Rollen ist eine endlose Kette geschlungen. Zieht man an dem losen Kettentrum a , so wird das Trum b verkürzt, das Trum c aber gleichzeitig nachgelassen. Die Last hebt sich also immer nur um die Differenz der bei-

den Kettenstücke. – Häufig angewandte Bauarten sind der selbsthemmende *Schrauben-F.* (Lasten bis 10 t) und der *Stirnrad-F.* mit Stirnrädergetriebe (Lasten bis 15 t).

Der *F.* war bereits ARISTOTELES (um 330 v. Chr.) bekannt; seine komplizierteren Formen gelten als eine Erfindung des ARCHIMEDES (um 250 v. Chr.).

Flasertextur, flaserige Textur, die durch Gebirgsdruck bewirkte knoten- und augenartige Ausbildung von Mineralien, die lagenförmig angeordnet sind und von schmiegsamen umhüllt werden.

Flechtwerk, 1) TEXTILKUNDE: handgefertigtes oder mit der *Flechtmaschine* (→ klöppeln) erzeugtes Geflecht. *Handgeflechte* für Matten, Behänge, Korbbwaren und Sitzmöbel, Hüte, Gürtel bestehen aus

FLECKENBESEITIGUNG

Flecke von	in Leinen und Weißwaren	in farbigen Baumwollstoffen	in farbigen Wollgeweben	in Seide	in Reyon- und Zellwollstoffen
Bier	Wasser			verdünnter Spiritus	Wasser
Blumensaft	Chlorbleiche	kochendes Wasser		Spiritus	kochendes Wasser
Blut	lauwarmes Wasser mit verdünntem Salmiakgeist			Panamaspäne	wie Baumwolle
Fett, Öl	Benzin oder warme Seifenlösung mit Soda	Tetrachlorkohlenstoff, dann lauwarmer Seifenlösung mit Salmiakgeist		neutrale Seifenlösung oder verdünnter Salmiakgeist	
Fleischbrühe	lauwarmes Seifenwasser oder verd. Salmiak	Benzin, dann Wasser		Benzin, dann verdünnter Spiritus	Benzin, dann lauwarmes Wasser
Gras	heißes Wasser und Seife, sonst Chlorbleiche	Wasser (lauwarm) und Seife, dann verdünnte Wasserstoffperoxidlösung mit Salmiakgeist			
Harn	Wasser und Seife, verdünnter Salmiakgeist				Wasser und Seife
Kaffee, Kakao	Lauwarmes Wasser				
Kalk, Laugen	Wasser mit Essig oder Weinsäure, vorsichtig betupfen				
Kopierstift, Kugelschreiber	Spiritus, dann warmes Glycerin	Spiritus, dann Seifenspirit oder Essig			
Milch und Milchkaffee	Wasser und Seife, sonst verdünnter Salmiakgeist oder Benzin				Wasser und Seife
Nagellack	Azeton (außer in Azetat-Zellwolle oder Reyon)				
Obst, Pflanzenfarben	Chlorbleiche, Javellelauge	lauwarmes Seifenwasser, Chlor oder Javellelauge	erst Wasser, dann wie Seide	mit Salmiakgeist versetzte Wasserstoffperoxidlösung	
Ölfarbe, Firnis, Harz	Terpentinöl, Tetrachlorkohlenstoff oder Benzin, dann Seife				
Paraffin, Stearin, Wachs	mechanisch ablösen, mit Löschpapier heiß abbügeln, dann Benzin oder Spiritus				
Rost	Oxalsäure oder Kleesalz, Zitronensaft, Weinsäure; gut auswaschen			selten zu beseitigen	Oxalsäure, gut auswaschen
Rotwein	lauwarmes Wasser, dann verdünnte Wasserstoffperoxidlösung			verdünnter Spiritus	wie farbige Stoffe
Säuren, Wein, Essig, Zitronensaft	verdünnter Salmiakgeist; mit verdünntem Essig nachspülen				
Schmutz, Schweiß	Wasser und Seife, verdünnter Salmiakgeist, Panamaspäne			Benzin, verdünnter Salmiakgeist	Wasser und Seife
Schuhkrem	Seifenwasser, Entfärber, Javellelauge	Seifenspirit, Salmiakgeist			
Tee	warmes Wasser				
Tinte	Zitronensaft, Weinsäure, Oxalsäure	Lösung von Weinsäure bei echten Farben; gut nachspülen			Zitronensaft, gut spülen
Zucker	warmes Wasser				
Der Erfolg der angeführten Verfahren hängt entscheidend ab von der Art der Faser (pflanzlich, tierisch, künstlich), ihrer Vorbehandlung (Ausrüstung, Färbung) und dem Alter und sonstigen Zustand des Gewebes.					

Der Erfolg der angeführten Verfahren hängt entscheidend ab von der Art der Faser (pflanzlich, tierisch, künstlich), ihrer Vorbehandlung (Ausrüstung, Färbung) und dem Alter und sonstigen Zustand des Gewebes.

gespaltenen Weidenruten, Stroh, Bast, Binsen, Schilf, Blattstreifen, Rotang u. a. Auf *maschinell* Wege werden Textilien, teils unter Mitverwendung von Gummifäden, ferner Kunstbändchen und Drähten verflochten, wobei man glatte und gemusterte *Flachgeflechte* (Litzen, Tressen) sowie *Rund- oder Hohlgeflechte* (Schuhriemen, Kordeln, Schläuche) unterscheidet. Besondere Bedeutung hat das Umflechten (Innen- und Außenumflechtung) von elektr. Leitungen aller Art auf Kabelmaschinen.

2) **ERDBAU:** aus Reisig geflochtene Matten und Zäune zur Befestigung und Sicherung von Bröschungen gegen die Einwirkung von Wasser, Frost und Verwitterung.

3) **BAUSTATIK:** ein → Fachwerk, dessen Knotenpunkte und Stäbe sämtlich auf einem Mantel enthalten sind, der einen zusammenhängenden Raum umschließt. Nach der Mantelform wird es *Kugel-, Tonnen- oder Pyramiden-F.* genannt; es ist im allgemeinen statisch bestimmt. Kräfte werden an Knotenpunkten aufgenommen. Verwendung beim Gerippe von Starrluftschiffen, Flugzeugrümpfen und -flügeln.

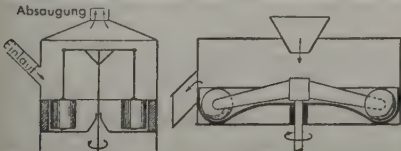
Fleckenbeseitigung (hierzu ÜBERSICHT). Anwendung: das zu reinigende Stück von Staub befreien; dann die betreffende Stelle auf eine saugfähige Unterlage (z. B. ein reines, zusammengefaltetes Tuch) legen und mit einem Lappen, der mit dem Reinigungsmittel getränkt ist, reiben; empfindliche Stoffe nur betupfen. Zur Vermeidung von Rändern vom Fleckenrand aus arbeiten, nicht von der Mitte aus. Man kann auch einen Brei aus Benzin und Kartoffelmehl oder pulverisierter Magnesia herstellen und auf den Fleck auftragen; nach dem Verdunsten des Benzins wird der Gegenstand von links her geklopft, damit das Pulver ausstäubt. Reinigung wegen Feuersgefahr nur bei offenem Fenster vornehmen!

Flexur, durch Zerrung oder Dehnung hervorgerufene bruchlose Abwärtsbiegung einer Schichtfolge.

Fliehkraft, → Zentrifugalkraft.

Fliehkraftlüfter, *Exhaustor*, *Schleuderengebläse*, *Zentrifugalventilator*, eine Arbeitsmaschine zum Bewegen und Fördern von Luft, gasförmigen Stoffen, Dämpfen, Staub, Holz- und Preßstoffspänen, Spreu, Häcksel und Gräsern. In einem spiralförmigen Stahlblech- oder Gußeisengehäuse, bei Säuredämpfen auch Steingut- oder Kunststoffgehäuse, kreist das meist elektrisch angetriebene Turbinen- oder Schaufelrad. Die Luft wird axial angesaugt und tangential wegbeefördert.

Fliehkraftmühle, eine Maschine, die die Fliehkraft zum Mahlen harter Stoffe ausnützt. Bei den *Pendelmühlen* sind eine oder mehrere Walzen an Pendelstangen aufgehängt, die im Kreise so rasch herumgeführt werden, daß die Fliehkraft der roll-



Fliehkraftmühlen: links Pendelmühle, rechts Kugelmühle.

lenden Walzen das Mahlgut zerkleinert. Bei den *eigentlichen F.* werden anstatt der Walzen Stahlkugeln bis zu 25 cm $\varnothing$ verwendet, die von einer senkrechten Welle mit einem Armkreuz in rasche Umdrehung versetzt werden und gegen eine kreisrunde Mahlbahn wirken.

Fließarbeit ist gekennzeichnet durch eine örtlich auf dem kürzesten Wege fortschreitende, möglichst auch zeitlich bestimmte, lückenlose Folge von Arbeitsgängen. Die F. kann angewendet werden bei der Bearbeitung von Werkstücken als *Fließfertigung* oder beim Zusammenbau von fertig bearbeiteten Teilen als *Fließmontage*. Die F. ist nicht an ein laufendes Band (*Fließband*, *Bandarbeit*) gebunden; die

Werkstücke können auch von Hand, mit dem Kran, auf Rutschen, Rolltischen u. dgl. weitergegeben werden (→ Förderanlagen).

Fließen, eine Eigenschaft der viskosen und der plastischen Stoffe sowie der Festkörper (kristallinen Stoffe) mit geringer Festigkeit (geringer Elastizität), bei höheren Temperaturen oder hohen Drücken. Die Gesetzmäßigkeit des F. untersucht die *Fließkunde* oder *Rheologie*.

Bei normalen *Flüssigkeiten* (Newtonschen Flüssigkeiten), z. B. Wasser, setzt das F. sofort bei Beginn der Krafteinwirkung (also schon durch das eigene Gewicht) ein. Beim *laminaren F.* des Wassers, das bei rel. geringen Strömungsgeschwindigkeiten auftritt, schieben sich Flüssigkeitsschichten aneinander vorbei, ohne sich zu mischen. Bei größeren Geschwindigkeiten herrscht die (*turbulente*) *Fließströmung*, bei der die Wasserteilchen durcheinanderwirbeln. Bei dieser kann das Wasser im offenen Gerinne sich *strömend* oder *schießend* bewegen. Im ersteren Falle ist die Wellengeschwindigkeit kleiner, im letzteren Falle größer als die Wassergeschwindigkeit. Bei bestimmten *viskosen Körpern* setzt das F. erst bei einer bestimmten (von Null verschiedenen) Schubspannung ein (*Fließgrenze*), bei anderen ist die Geschwindigkeitszunahme nicht proportional der Schubspannung (Strukturviskosität). *Gläser* haben bei Flüssigkeiten keine Fließgrenze.

Metalle und Legierungen (kristalline Körper) geringer Festigkeit unter 30 kp/mm² unterliegen bei sehr hohen Belastungen, z. B. Drücken von 150 kp/mm² den gleichen Gesetzmäßigkeiten wie viskose Flüssigkeiten. Dies wird bei den Strangpreßverfahren und beim Fließpressen technisch genutzt. Die Fließgrenze kristalliner Körper nennt man bei Zuglast *Streckgrenze*, bei Druck *Quetschgrenze*; für Werkstoffe ohne ausgesprochenen Fließcharakter wird sie bei dauernder Deformation von 0,2 % der Dehnung angenommen (*0,2-Grenze*). Bei Beginn des F. zeigen sich an Werkstoffen feine Oberflächenlinien in Richtung der größten Schubspannung, die *Fließfiguren*, *Fließlinien* oder *Lüderschen Linien*. Sie sind auf intrakristalline Rutschflächen zurückzuführen. Mit Fortschreiten des Fließvorgangs verschwinden sie wieder.

Fließgleichgewicht, nach v. BERTALANFFY der stationäre Zustand *offener Systeme* (→ Entropie), der trotz ständiger und veränderlicher Energie- und Stoffzufuhr erhalten bleibt. Der stationäre Zustand *abgeschlossener Systeme*, die keine gegeneinander abgeschlossenen Teilsysteme enthalten, ist durch den 2. Hauptsatz als Zustand maximaler Entropie bestimmt.

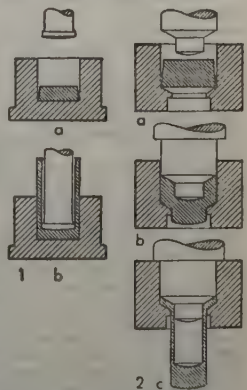
L. v. BERTALANFFY: Biophysik des F. (1953).

Fließgußverfahren, Abwandlung des Hoch-

temperatur-Spritzgußverfahrens für Kunststoffe, bei dem diese kurzzeitig über ihre Zersetzungstemperatur bis zum Leichtfluß erhitzt werden. Anwendung zur Herstellung dickwandiger Formteile.

Fließkurve, stellt den Zusammenhang zwischen Verformung und Formänderungsfestigkeit bei Metallen dar und zeigt, welche Spannung in einem Werkstoffteil herrscht, wenn es um einen bestimmten Betrag plastisch verformt wird.

Fließpapier, Löschpapier, unge-

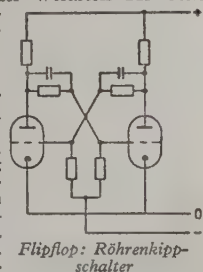


Fließpressen: 1 Gegenfließ- oder Tubenpreßverfahren, 2 Gleichfließ- oder Neumeyerverfahren; a-c Arbeitsgänge.

fließpressen – Flugbahn

leimtes, kaum gepreßtes Papier, das infolge seines lockeren Gefüges Flüssigkeiten schnell aufsaugt.

fließpressen, eine unter hohen Drücken (200 kp/mm² für Stahl) stattfindende Kaltumformung von Metallstücken, die meist in Form runder Scheiben (Rohlinge) in das Umformwerkzeug eingelegt werden. Ältestes Verfahren ist das *Spritz-, Tubenpreß- oder Gegenfließverfahren*, seit 1865 in Frankreich zur Herstellung von Tuben aus Zinn bekannt. Der Stempel drückt gegen den Rohling, der infolge hohen Drucks plastisch wird, so daß der Werkstoff am Stempel hochsteigt. Für Stahl wurde dieses Verfahren um die Jahrhundertwende als *Hookerverfahren* bekannt. Beim *Neumeyer- oder Gleichfließverfahren* (Gebrüder LIEBERGELD 1937) wird eine Blechscheibe vor dem Einlegen in das Werkzeug napfförmig vorgezogen und durch eine Düse, etwa wie beim Strangpressen, hindurchgepreßt, wobei die Bodendicke erhalten bleibt, die Mantelwand jedoch stark geschwächt und in die Länge gezogen wird. F. hat Bedeutung bei der Herstellung z. B. von Kartuschhülsen. Das *kombinierte Gleich- und Gegenfließpressen* arbeitet mit 2 gegenüberstehenden Stempeln. Beim *Ausbreitverfahren* wird der Werkstoff zur Seite



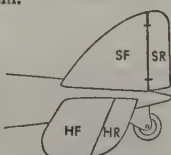
Flinte, Jagdgewehr.
Flintglas, → Glas.
Flüpflop, elektronischer Kippschalter, z. B. zwei zusammengeschaltete Elektronenröhren (Bildröhren), von denen eine ständig Anodenstrom führt; dieser stabile Zustand kann schnell zwischen den Röhren gewechselt werden. Verwendung in elektron. Zählern, Rechenschaltungen, Impulserzeugern.

Florentiner Flasche, ein bei der Destillation verwendetes Aufnahmefäß mit zwei Ablaufrohren. Großtechnisch verwendet man bei nicht wertvollen äther. Ölen der Form der F. F. entsprechende Blechflaschen.



Florgewebe, Stoffe mit Polkette oder Florschuß. Die Flornoppen können wie bei *Epinglé*, *Frisé* und *Bouclé* 'gezogen' oder wie bei *Samt*, *Plüsch* und *Velours-teppichen* 'aufgeschnitten' sein.

Floß, ein aus Schwimmkörpern beliebiger Art zusammengesetztes Wasserfahrzeug. F. aus Baumstämmen dienen in Europa nur noch dem Holztransport.



Flosse, am Flugzeug die feststehenden Teile des Leitwerks, im Unterschied zu den Rudern.

Flosse: SF Seitenflosse, SR Seitenruder, HF Höhenflosse, HR Höhenruder.

Flotation, Schwimmaufbereitung, ein für nahezu alle Rohstoffe geeignetes Aufbereitungsverfahren, das die unterschiedliche Benetzbarkeit (Oberflächenspannung) verschiedener Komponenten für ihre Trennung ausnutzt. Das zu trennende, fein zerkleinerte (<0,2 mm) Gemisch wird in Wasser aufgeschwemmt und mit Schaumbildnern und Reagenzien versetzt. Letztere erhöhen oder vermindern die Benetzbarkeit. Unter Zugabe von Druckluft werden durch ein Rührwerk Schaumbblasen erzeugt, an denen die schwer benetzbaren Teilchen mit aufschwimmen und mit dem Schaum abgestrichen werden. Die benetzten Teilchen bleiben auf dem Boden. In der Erzaufbereitung können durch F. sonst arme, abbaunwürdige Erze auf 80–90% angereichert und außerdem mehrere Komponenten (z. B. Kupfer,

Blei und Zink) gleichzeitig voneinander getrennt werden (*selektive F.*).

Flotte, wäßriges Medium, in dem das textile Fasergut behandelt wird (Abkoch-F., Bleich-F., Färbe-F., Wasch-F.).

Flöz, Schicht aus technisch nutzbarem oder irgendein auszeichnendem Gestein, z. B. Kohlenflöz. **Flözleeres**, der unter den flözführenden Schichten liegende tiefere Teil des Oberkarbons in Westfalen.

Fluate, Abk. von **Fluorsilikate**, in Wasser lösliche oder gelöste Silikofluoride. F. haben große Bedeutung als Härtungsmittel für Beton und kalkhaltige weiche Stoffe (*Härte-F.*), als Sperranstrichmittel, gegen Schlagregen, als Sperrzusatz zur Wasserdichtung von Beton und zur Neutralisierung von mit Ölfarbe zu streichenden Betonflächen (→ *Sperrstoffe*), als Oberflächenschutz von Natur- und Betonwerksteinen und allein oder in Verbindung mit Salzen und organ. Verbindungen als Holzschutzmittel.

Fluchtpunkt, in der Perspektive der Punkt, in dem sich parallele gerade Linien zu vereinigen scheinen.

Fluid, **Fluid**, **GETRIEBELEHRE**: ein Getriebeglied, das nur Druckkräften Widerstand leisten kann. Tropfbare Flüssigkeiten, Gase und Dämpfe sind F., aber auch körnige, staubige, stückige Stoffe, Fett, Lehm u. a. können in den Getrieben als F. wirken, bes. in der Massenförderung.

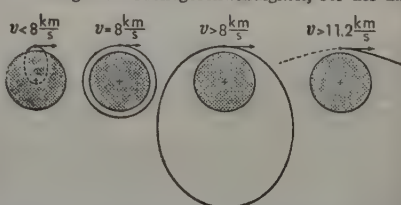
Flugbahn, **BALLISTIK**: die Bahn eines geworfenen, geschossenen oder aus eigenem Antrieb fliegenden Körpers durch die Luft, insbes. die Geschöß-



Flugbahn 1: ballistische Kurve. V Visier, K Korn, M Mündung, Z Zielpunkt, A Fallpunkt, MZ tatsächliche Schußweite, MA waagerechte oder schußtafelmäßige Schußweite, φ Abgangswinkel, γ Geländewinkel, Zielhöhenwinkel, ζ schußtafelmäßiger Fallwinkel.

bahn. Unter dem Einfluß von Abgangsrichtung, Anfangsgeschwindigkeit und Erdanziehung würde die F. die Form einer *Parabel* annehmen, deren Scheitel vom Erdmittelpunkt hinweggerichtet ist (strenggenommen einer *Ellipse*, deren einer Brennpunkt mit dem Erdmittelpunkt zusammenfällt, BILD 2). Durch den Luftwiderstand erhält die F. eine Stauchung von vorn, die Flugweite wird merklich verkürzt (*ballistische Kurve*, BILD 1). Zur Bestimmung der F. während des Schießens auf bewegte Ziele, bes. bei der Flugabwehr, dienen *Kommandogeräte*. Sehr umfangreiche F.-Bestimmungen, z. B. beim rechnerischen Entwerfen der günstigsten Form einer Großrakete oder eines neuen Geschosses, erfordern den Gebrauch großer mathem. Geräte wie *Integrieranlagen* oder *Rechenautomaten*.

Bei sehr großen Anfangsgeschwindigkeiten fällt ein Geschöß nicht mehr zur Erde zurück, sondern umkreist entweder die Erde als Satellit oder entweicht überhaupt aus dem Bereich, in dem ihre Anziehung überwiegt. Bei Vernachlässigung des Luftwiderstandes beträgt die Grenzggeschwindigkeit, bei der das



Flugbahn 2: Flugbahnen mit verschiedenen Anfangsgeschwindigkeiten v. (Nach Pohl, Einführung in die Physik)

Geschoß die Erde auf einer Kreisbahn umfliegt, ≈ 8 km/s. Bei Anfangsgeschwindigkeiten > 8 km/s dehnt sich die Kreisbahn zu einer Ellipsenbahn, in deren einem Brennpunkt sich der Erdmittelpunkt befindet. Bei Geschwindigkeiten $> 11,2$ km/s wird die Ellipse zur Hyperbel: das Geschoß kehrt nicht mehr zur Erde zurück (BILD 2). Überlegungen dieser Art gehören nicht mehr zur eigentl. Ballistik, sondern zur Astronautik, → Erdsatellit, → Raumfahrt.
H. ATHEN: Ballistik (1958); R. E. KUTTERER: Ballistik (1959).

Flughafen, Anlage für Luftfahrzeugbetrieb und verkehrsmäßige Abfertigung des Luftverkehrsgutes (Personen u. Güter), besteht aus **Start- und Lande- (SL-)** sowie **Rollbahnen**, **Abfertigungsgebäuden** mit **Anlagen und Flugsicherungsanlagen**. Betrieblich oder verkehrsmäßig günstig gelegene F. verfügen zusätzlich über **Instandhaltungswerkstätten** für Luftfahrzeuge.

Wichtigste und kostspieligste betriebl. Anlagen eines F. sind die betonierten SL-Bahnen, bis zu 4000 m lange und 45–60 m breite „Betonstraßen“ in den Hauptwindrichtungen. Sie bestimmen den Platzbedarf eines F., der mit 300–1200 ha etwa der 2–8fachen Größe eines mittleren Güterbahnhofs entspricht. Statt auf einem allseitig anfliegbaren, grasbewachsenen „Rollfeld“ wird heute nur noch auf den SL- sowie den Rollbahnen gestartet und gelandet und gerollt. In den „Anflugsektoren“ einer Schlechtwetter- oder Haupt-SL-Bahn, die sich an letztere anschließen und sich auf eine Länge von bis zu 20 km außerhalb des F.-Geländes erstrecken, ist die Höhe von Bauwerken und anderen Hindernissen beschränkt. Von den SL-Bahnen führen Rollbahnen zum Vorfeld vor Gebäuden und Werkstätten.

Das Vorfeld dient dem Übergang des Verkehrsgutes zwischen Boden- und Luftfahrzeugen, der Versorgung der letzteren mit Betriebsstoffen und inner Wartung auf Zwischenhalten. Das Abfertigungsgebäude erfüllt die verkehrsmäß. und betriebl. Aufgaben eines „Bahnhofs“; es enthält u. U. noch Räume für Zoll- und Paßkontrolle sowie meist den **Kontrollturm**, auf dem die Beamten der örtl. Flugsicherungsbehörde die Funktion einer Art flugbetriebl. „Fahrdienstleitung“ ausüben. Sie überwachen und lenken mit Hilfe funktchn., z. T. ferngesteuerter Anlagen den Weg der landenden, startenden und rollenden Luftfahrzeuge im Luftraum des F.-Bereichs und am Boden auf den Bahnen und dem Vorfeld. Die Beleuchtungsanlagen vor und entlang den SL-Bahnen werden ebenso wie die Rollwegmarkierungen vom Kontrollturm aus bedient.

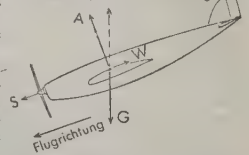
Flugmechanik.

Ein Luftfahrzeug hat 6 Freiheitsgrade, d. h. es kann sich in drei aufeinander senkrecht stehenden Achsrichtungen fortbewegen (3 Freiheitsgrade der Translation) und um jede dieser drei Achsen drehen (3 Freiheitsgrade der Rotation). Die Bewegung eines Flugzeugs kann man mit guter Annäherung in zwei Teile, die Längsbewegung und die Seitenbewegung, zerlegen. Die Längsbewegung umfaßt zwei Freiheitsgrade der Translation (Bewegung nach vorn und nach oben) und einen Freiheitsgrad der Rotation (Drehung um die Quersache = **Kippen**). Die Seitenbewegung umfaßt einen Freiheitsgrad der Translation (Bewegung in Richtung der Quersache = **Schieben**) und zwei Freiheitsgrade der Rotation (Drehung um die Längsachse = **Rollen** und Drehung um die Hochachse = **Gieren**).

Kräftegleichgewicht im Horizontalanflug



Kräftegleichgewicht im Gleitflug

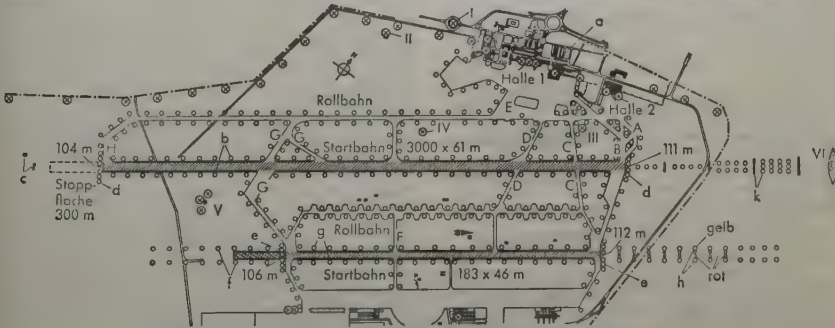


Flugmechanik: Kräftegleichgewicht im Flug; **A** dynamischer Auftrieb, **G** Gewicht, **S** Antriebskraft, **W** Widerstand.

Stationäre Flugzustände erfordern Gleichgewicht zwischen den auftretenden Kräften, z. B. Geradeausflug mit konstanter Geschwindigkeit oder Steigflug mit konstanter Vorwärts- und Steiggeschwindigkeit, aber auch Kurvenflug mit konstanter Geschwindigkeit und konstantem Kurvenradius. Stationäre Flugzustände sind z. B. das Abheben des Flugzeugs beim Start, das Abfangen kurz vor der Landung, der Übergang aus einem Geradeausflug in einen Kurvenflug oder der Übergang vom Geradeausflug ins Trudeln.

SCHLICHTING – TRUCKENBRODT: Aerodynamik d. Flugzeugs, Bd. 1 (1962), Bd. 2 (1960).

Flugmeteorologie, Flugwetterkunde, Teilgebiet der Meteorologie, hat zum Aufbau des **Flugwetterdienstes** geführt (in Dtl. Zweig des staatl. Wetterdienstes). Besonders wichtig ist (wegen Treibstoffverbrauch, Zuladegewicht und Navigation) die Vorhersage der stark böigen Winde, die in 8–10 km Höhe, der Flughöhe für Langstreckenflüge, wehen (bis 450 km Stundengeschwindigkeit), sowie für Flugzeuge mit Strahltriebtrieb die Temperaturvor-



Flughafen: Lageplan und Befeuerung des Rhein-Main-Flughafens.

I Anflug-Rundsicht-Radargerät, **II** Kontrollturm, **III** Gleitwegsender des ILS-Instrumenten-Landesystems, **IV** Präzisions-Anflug-Radargerät, **V** UKW-Drehfunkfeuer, **VI** Haupteinflugzeichen des ILS-Landesystems. **a** Drehscheinwerfer weiß/grün, **b** weiße Hochleistungs-Richt- und Niederleistungs-Rundstrahlfeuer, **c** Landekursender, **d** grüne Hochleistungs-Richt- und Niederleistungs-Rundstrahlfeuer, **e** grüne Hochleistungs-Rundstrahlfeuer, **f** rote Hochleistungs-Richtstrahlfeuer, **g** weiße Hochleistungs-Richtstrahlfeuer, **h** Hochleistungs-Richtstrahlfeuer, **i** 138 weiße Hochleistungs-Richtstrahl- und 138 Niederleistungs-Rundstrahlfeuer, **A, B, C, D, E, F, G, H** = Verbindungsbahnen zwischen Startbahnen und Hauptabrollwegen

Flugmotoren – Flugzeug

hersage und die Wetterbeobachtung und Vorhersage des Start- und Landewetters (bis 30 Stunden), endlich die Warnung der fliegenden Flugzeuge vor Wettergefahren (Vereisung, Gewitter, böigen Winden u. a.). Voraussetzung hierfür ist ein geschlossenes Netz von Beobachtungsstationen und internationaler Nachrichtenaustausch. In dieses Netz einbezogen sind *Wetterschiffe* auf festen Positionen im Atlantik und Pazifik. In einzelnen Gebieten (z. B. von Alaska zum Nordpol) werden regelmäßig Wettererkundungsflüge durchgeführt. Wichtig ist auch das rechtzeitige Erkennen gefährlicher tropischer Wirbelstürme durch die Fernsatelliten. Auf den *Flugwetterwarten* werden die Wetterberatungen ausgegeben.

Flugmotoren, den Anforderungen des Flugbetriebes angepaßte Viertakt-Verbrennungsmotoren. Bei *Reihenmotoren* liegen die Zylinder, meist 4 oder 6, in einer Reihe hintereinander; *V-Motoren* haben 2 Reihen von meist 6 Zylindern, die schräg zueinander stehen und auf 1 Kurbelwelle wirken, *W-Motoren* 3 Zylinderreihen; bei *H-Motoren* liegen 2 miteinander gekuppelte Kurbelwellen nebeneinander, je 2 gegenüberliegende Zylinderreihen wirken auf eine Kurbelwelle; *Sternmotoren* haben 3 bis 9 radial angeordnete Zylinder, die auf eine Kurbelwelle mit einer Kröpfing wirken; *Doppelsternmotoren* haben 2 hintereinanderliegende Sterne (mit meist je 7 oder 9 Zylindern) zu einer Kurbelwelle mit 2 Kröpfungen, *Mehrfachsternmotoren* 3 und mehr Sterne hintereinander. Für Höhenflug bestimmte Motoren haben besonders starke Lader, deren Drehzahl bei Antrieb durch die Kurbelwelle durch umschaltbare Übersetzungen bei großen Flughöhen größer gewählt werden kann als am Boden. Meist werden Höhenflugmotoren mit Abgas-turbinen und unmittelbar gekuppelten Schleudergebläsen gebaut.

Flugnavigation umfaßt alle Verfahren zur Bestimmung von Ort und Kurs mit Hilfe von *Landmarken*, des *Kompasses* und der Mittel der *Funknavigation*.

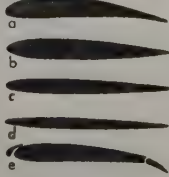
Flugsand, lockerer, meist sehr gleichmäßiger, vom Wind bewegt und abgelagerter Sand.

Flugschrauber, ein *Hubschrauber* mit Luftschraube für horizontalen Vortrieb und zusätzl. Starrflügel.

Flugsicherung, die Sicherung des Luftverkehrs durch Luftverkehrskontrolle, Fernmeldewesen, Funknavigation, Flugwetterdienst, Streckenbefeuerung sowie durch Luftfahrtskennzeichen. In der Bundesrep. Dtl. wird die techn. F. durch die Bundesanstalt für Flugsicherung, die meteorolog. F. durch die Bundesanstalt für Wetterdienst wahrgenommen.

Flugsicherungsschiffe, Schiffe an bestimmten Punkten im Atlantik und Pazifik als Navigationsschiffe, zur Nachrichtenübermittlung, für Such- und Rettungsdienst, meteorolog. und ozeanograph. Aufgaben.

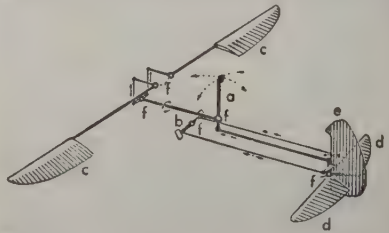
Flugzeug (hierzu TAFEL), Luftfahrzeug mit dynamischem Auftrieb durch die an den Tragflügeln vorbeiströmende Luft. 2 Formen sind heute technisch brauchbar verwirklicht: das *Starrflügel-F.*, das fest mit dem übrigen F. verbundene auftrieberzeugende Flächen besitzt, und das *Drehflügel-F.* (*Hubschrauber*, *Tragschrauber*) bei dem sie die Gestalt großer Luftschrauben haben, die um je eine zur Bewegungsrichtung senkrechte Achse rotieren. Eine Kombination beider, das „Wandel-F.“, befindet sich noch im Versuchsstadium; es soll die Fähigkeit des Drehflüglers, senkrecht zu starten und zu landen, mit der großen Geschwindigkeit des Starrflü-



Flugzeug 1: Tragflügelprofile für Geschwindigkeiten a bis 250 km/h, b bis 500 km/h, c bis 800 km/h, d Überschallgeschwindigkeit, e Tragflügel mit Vorflügel und Spaltklappe.

lers verbinden. *Starrflügel-F.* für Senkrechtstart und -landung sind die *Lotrechtstarter*. Im folgenden soll unter „Flugzeug“ nur das bei weitem wichtigere *Starrflügel-F.* verstanden werden.

PHYSIKALISCHES. 1) Den Bewegungen parallel zur Hochachse ist die *Schwerbeschleunigung*, im Kurvenflug die Resultierende aus dieser und der *Fliehkraft*, das *Scheinlot*, zugeordnet, der der *Auftrieb* entgegenwirkt, der vom *Tragwerk* erzeugt wird. 2) Zu den Bewegungskraften parallel zur Längsachse gehören *Widerstand* und *Vortrieb*. Der Vortrieb wird beim Waagerechtfly durch das *Triebwerk* erzeugt. 3) Bewegungen parallel zur Querachse sind meist unerwünscht und werden durch zweckmäßige Gestaltung des F. und der Flugweise vermieden. Drehmomente um die 3 Achsen werden mit Hilfe des *Leitwerks* erzeugt: 4) um die Hochachse mit Hilfe des *Seitenruders*, 5) um die Längsachse mit Hilfe des *Querruders*, 6) um die Querachse mit Hilfe des *Höhenruders*. Höhen- und Seitenleitwerk besitzen außer den bewegl. Ruderflächen auch feste *Dämpfungsflossen*, die unbeabsichtigte Drehungen – z. B. durch einseitig angreifende Böen – verhindern. Außerdem sorgen sie für die *Stabilität* des F., d. i. die Eigenschaft, nach einer Störung von selbst wieder in den Ausgangszustand zurückzukehren. Neben der Fliehkraft treten noch weitere hier nicht aufgezählte *Massenkräfte* des F. auf. Auftrieb und Ruderkräfte sowie Luftwiderstand sind *Lufkräfte*. Ihre Erzeugung beruht auf dem durch



Flugzeug 2: Steuer- und Leitwerk (schemat.); a Steuerknüppel, b Fußhebel, c Querruder, d Höhenruder, e Seitenruder, f feste Drehpunkte.

die Aerodynamik sehr weitgehend erforschten Verhalten angeblasener Profile. Bei geeigneter Formgebung und Einstellung liefern derartige Profile einen Auftrieb, der viel größer ist als der durch sie verursachte Luftwiderstand. Die am Profil angreifende Gesamtluftkraft, die zweckmäßig stets in Auftrieb und Widerstand zerlegt gedacht wird, ist nach Richtung, Größe und Angriffspunkt stark von Geschwindigkeit und Wichte der anströmenden Luft und vom Anstellwinkel abhängig. Daher starten und landen F. möglichst gegen den Wind, und daher benötigen sie zum Fliegen eine bestimmte *Mindestgeschwindigkeit*. Vergrößern des Anstellwinkels erhöht den Auftrieb nur bis zu einer best. Grenze, jenseits der die Strömung unter Wirbelbildung und Auftriebsabfall „abreißt“. Tragflügelprofile für Überschallflug gehorchen anderen, noch nicht völlig erforschten Gesetzen. Die festen und bewegl. Glieder des *Leitwerks*, ebenso die umlaufenden Blätter der *Luftschraube*, stellen nach Zweck und Gestaltung kleine Tragflächen dar. Schnellere F. benötigen andere Formen von Tragflügelprofilen (BILD) und andere Flügelumrisse. Ihre Flügelvorderkanten müssen aus Stabilitätsgründen stärker zurückgezogen werden (*Pfeilform*), bes. bei *Nurflügel-* und *Hochgeschwindigkeits-F.* Die Grenze, bis zu der die Flügelfläche bei sehr schnellen F. verkleinert werden kann, wird durch die Größe der Landegeschwindigkeit gezogen, die bei neuzeitl. Verkehrs-F. bereits bei 160–180 km/h liegt. *Vorflügel* und *Spaltklappen* gewährleisten auch bei schnellen F. gute Langsamflugeigenschaften.

TECHNISCHE GESTALTUNG. Grundsätzlich besteht jedes F. aus der *Zelle*, d. i. *Tragwerk* + *Rumpf* +

Leitwerk mit Steuerung + Fahrwerk, sowie aus dem Triebwerk und der Ausrüstung. Werkstoff der Zelle sind heute meist Leichtmetalllegierungen, die in Form von Blechen und Guß- oder Schmiedestücken verarbeitet werden (*Ganzmetallbauweise*). Tragflügel, Rumpf und Leitwerk sind Hohlkörper von schlankem Profilquerschnitt. Der Tragflügel besitzt meist große Spannweite und trapezförmigen Umriß. Er nimmt den Betriebsstoff in besonderen Behältern auf, bei mehrmotoriger Anordnung oft auch die Triebwerke.

Der Rumpf enthält die Lasten (Besatzung, Nutzlast und z. T. auch Betriebsstoffe) und trägt das Leitwerk. Kräfte und Momente werden von durchlaufenden Trägern (Holmen) und der mittragenden dünnen Beplankung aufgenommen (*Schalenbauweise*). Die Steifigkeit der Schale gegen Ausbeulen wird durch aufgenietete oder durch kunstharzverleimte Blechprofile erhöht. Verspannung und Kunstharzverleimung der Beplankungsbleche sorgen im Verein mit den hochglanzpolierten Außenflächen für geringen Luftreibungswiderstand. Al-Plattierung der Bleche spart Außenanstrich und damit Gewicht sowie Instandhaltungsarbeit.

Zahl, Anordnung und Umrißform der *Tragflügel* sind kennzeichnende Merkmale des F. Je nach Anzahl der Tragflügel unterscheidet man Ein- und Doppeldecker, nach der Lage des Tragflügels zum Rumpf Hoch-, Schulter-, Mittel- und Tiefdecker. Rechteck- (nur bei Doppeldeckern), Trapez-, Pfeil- und Dreiecksformen (bei schwanzlosen F.) sind heute gebräuchl. Umrisse.

Die Rumpfabmessungen von Verkehrs- und Transport-F. nehmen im Verhältnis zu den übrigen F.-Ausmaßen im Laufe der Entwicklung immer mehr zu. Die Nutzlast wird im Rumpf z. T. in 2 Stockwerken untergebracht, z. B. oben Personen, unten Fracht. Für längere Flüge in über 4000 m Höhe werden die Rümpfe druckdicht genietet (*Druckkabinen* mit Gebläse zur Aufrechterhaltung eines ausreichenden Luftdrucks). Durch große Ladeklappen an Rumpfbug oder -unterseite, die letzteren vielfach als Laderampe ausgebildet, lassen sich bei Fracht- oder Transport-F. Rumpfquerschnitt und -länge für die Aufnahme von sperrigen Lasten voll ausnutzen (bisher Transportfähigkeit von mehr als 15 t erreicht). — Bootsrümpfe von *Flugbooten* haben im Vergleich zum gleich großen Land-F. größeren Rauminhalt, da sie infolge der Spritzwasserfreiheit von Tragflügel und Luftschrauben höher sein müssen, kommen also der heutigen Entwicklungstendenz entgegen. Der hohe Widerstand des aus hydrodynamischen Gründen scharfkantigen Bootsrumpfs mit Kiel, Stufe und Kimmwinkeln setzt aber die Geschwindigkeit des Flugboots gegenüber der des Land-F. stark herab.

Das *Steuerwerk* besteht in seiner einfachsten Form aus dem Fußhebel für das Seitenruder und dem Steuerknüppel für Querruder (Seitwärtsschwenken) und Höhenruder (Vor- und Rückwärtsschwenken); die Ruderkräfte werden durch Seile, Stoßstangen oder Wellen übertragen. Bei größeren F. ersetzt eine

nur vor- und rückwärts schwenkbare Steuersäule mit Handrad den Steuerknüppel. Sehr große und schnelle F. werden mit Hilfe von Rudermaschinen gesteuert, insbes. in Verbindung mit Lagereglern.

Das *Triebwerk* besteht bei kleineren F. aus einem Verbrennungsmotor, bei größeren für Geschwindigkeiten bis etwa 700 km/h aus mehreren Motoren (→ Flugmotoren).

Die Luftschraubenblätter können meist im Fluge verstellt werden, so daß der beste Wirkungsgrad des Gesamttriebswerks erzielt und nach der Landung durch Einstellen eines negativen Anstellwinkels und Schubes der Auslauf gebremst wird. Der Durchmesser der Luftschraube wird meist so groß wie möglich gewählt. Infolgedessen erreicht die Umfangsgeschwindigkeit an den Blattspitzen nahezu Schallgeschwindigkeit. Bei Fluggeschwindigkeiten nahe der Schallgrenze wird der Luftschraubenantrieb wegen zu großen Leistungsabfalls und Lärms unbrauchbar und reiner Strahlantrieb vorteilhafter, → Strahltriebwerk.

Raketentriebwerke werden infolge ihres sehr hohen Treibstoffverbrauchs nur in Sonderfällen verwendet, → Rakete.

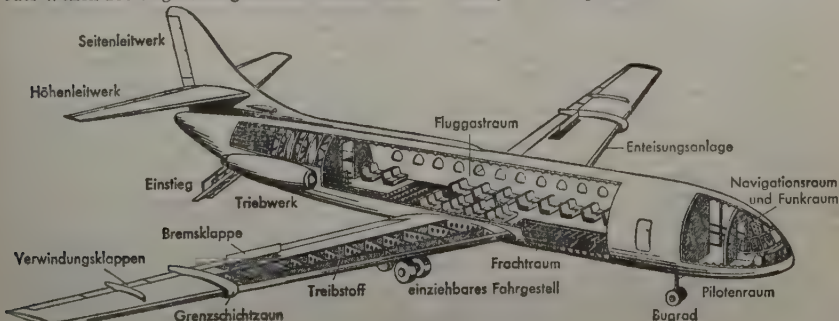
Das *Fahrwerk* des F. besteht aus gefederten Fahrgestellen (*Federbeinen*) und luftbereiften, bremsbaren Rädern und wird meist während des Fluges eingezogen. Beim neuzeitl. Bugrad-F. befinden sich 2 Räder oder -paare etwas hinter dem F.-Schwerpunkt und 1 unter dem Bug, bei älteren Heckrad-F. 2 Räder etwas vor dem Schwerpunkt und 1 am Rumpfende. Das Bugradfahrwerk ist unempfindlicher gegen Seitenwind bei Start und Landung. Alle Räder, außer dem Heckrad, sind bremsbar, das Bugrad auch steuerbar. Noch im Versuch befindliche *Schwenkrafthradfahrwerke* für Landungen bei starkem Seitenwind können auf den Flughäfen die verschiedenen Start- und Landebahnen, die heute z. T. noch in verschiedenen Himmelsrichtungen angeordnet werden müssen, u. U. bis auf eine entbehrlich machen (Einbahn-Flughafen) und deren hohe Anlagekosten ersparen. Bei F. kleiner und mittlerer Größe kann meist das Fahrwerk gegen Schwimmer oder Schneeschuhe ausgetauscht werden. *Amphibien-F.* sind Flugboote mit ausfahrbarem Fahrwerk.

Zur *Ausrüstung* des F. gehören die Stromerzeugungsanlage, die aus mehreren durch die Triebwerksmotoren angetriebenen Generatoren und der Bordbatterie besteht, die elektr. oder hydraulische Anlage zum Ein- und Ausfahren des Fahrwerks, der Lagereger zum selbsttätigen Innehalten von Flughöhe, Kurs und Fluglage, die automat. Feuermelde- und -löschanlage, der Warmluft- oder elektr. Enteisener der Tragflügel- und Leitwerksvorderkanten, die Funkanlage, das Bordtelefonnetz, die Rettungsgeräte u. a. m.

LEISTUNGEN DER F. DER BAUJAHRE 1960/62

Versuchsflugzeug mit Raketenantrieb:

6585 km/h Höchstgeschwindigkeit in 23 km Höhe, 66 km Gipfelhöhe.



Flugzeug

Flugzeugträger – Flüssigkeit

Jagdflugzeug mit Strahltriebtrieb:

2200 km/h Höchstgeschwindigkeit, 140 m/s beste Steiggeschw., 20 km Dienstgipfelhöhe.

Bombenflugzeug mit 4 Strahltriebwerken:

2000 km/h Höchstgeschwindigkeit in 15 km Höhe, 2000 km Reichweite.

Bombenflugzeug mit 8 Strahltriebwerken:

1000 km/h Höchstgeschwindigkeit in 12 km Höhe, 18 km Dienstgipfelhöhe, 10 000 km Reichweite.

Verkehrsflugzeug mit 2 Strahltriebwerken:

85 Flugläste, 6,8 t Nutzlast, 860 km/h Reisegeschwindigkeit in 7 km Höhe, 3500 km Reichweite.

Verkehrsflugzeug mit 4 Luftschraubenturbinen:

220 Flugläste, 900 km/h Reisegeschwindigkeit, 10 000 km Reichweite.

Verkehrsflugzeug mit 4 Strahltriebwerken:

189 Flugläste, 26,7 t Nutzlast, 970 km/h Reisegeschwindigkeit in 12,2 km Höhe, 7250 km Reichweite.

Flugzeugträger, Kriegsschiffstyp zum Einsatz von Radflugzeugen auf See. Über die gesamte Länge des F. erstreckt sich das *Flugdeck*, dessen vorderer Teil zum Starten und hinterer zum Landen dient. Zur weiteren Verkürzung der Start- und Landestrecke dienen Katapulte und Starttraketen bzw. querschiffs über dem Flugdeck liegende Halteataue, in die ein Haken des landenden Flugzeugs faßt.

Fluidisierverfahren, das → Wirbelschichtverfahren.

Fluor, *F*, chem. Element aus der Gruppe der → Halogene; Ordnungszahl 9, Massenzahl 19, Atomgewicht 18,9984; Schmelzpunkt -218°C , Siedepunkt $-188,3^{\circ}\text{C}$, Dichte $1,695 \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^3$. Gasförmiges *F*. ist von grüngelber Farbe. In der Natur kommt es fast nur in chemisch gebundener Form vor, vor allem im *Kalziumfluorid* oder *Flußspat*, *CaF₂*, im *Kryolith*, *Na₃AlF₆*, der auch für die Aluminiumherstellung von Bedeutung ist, im *Apatit* sowie einigen anderen Phosphaten. Auch der Edelstein *Topas* enthält *F*. in chem. Bindung. Techn. Darstellung durch Elektrolyse von wasserfreier *Flußsäure*, *HF*, oder von *Kaliumfluorid*, *KF*, das in *Flußsäure* aufgelöst ist. *F*. ist das reaktionsfähigste chem. Element. – *Flußsäure* in wäßr. Lösung dient u. a. zum Ätzen von Glas und als Lösungsmittel, *Kohlenstoffdichlorfluorid*, *CCl₂F₂*, anstelle von Ammoniak als Kühlfähigkeit.

Fluoreszenz, das nicht auf Reflexion beruhende Selbstleuchten mancher belichteter Körper während der Dauer ihrer Belichtung. *F*. besitzen die Uransalze (grün), schwefelsaure Chininlösung und Äskulinlösung (himmelblau), ferner Kurkumatinktur (grün), auch Gase und Metaldämpfe. Die *F*. bildet zusammen mit der → Phosphoreszenz einen besonderen Fall der → Lumineszenz. Da die erregten Strahlen eine größere Wellenlänge haben als die erregenden (*Stokesche Regel*), ist es möglich, außerhalb des Sehbereichs liegende, z. B. ultraviolette und Röntgenstrahlen durch *F*. sichtbar zu machen. Dies geschieht mit *F*.-*Schirmen*, Glasplatten, die mit fluoreszierenden Stoffen (Kalziumwolframat, Zinkulfid, Bariumplatinzyanür u. a.) bestrichen sind. Sie werden bei der Röntgenuntersuchung und Schirmbildphotographie verwendet, da Röntgenstrahlen *F*. erregen; die Helligkeit hängt von der auffällenden Röntgenintensität ab.

In der *F*.-Analyse, *Fluorimetrie*, schließt man aus der *F*.-Intensität auf die Menge des zu bestimmenden Stoffes, wenn die Abhängigkeit der *F*. von der Konzentration bekannt ist. Die zu bestimmende Lösung wird mit UV-Licht bestrahlt und die erzeugte *F*. nach Aussonderung von Licht bestimmter Wellenlänge durch eingeschaltete Filter entweder mittels Vergleichsmethoden oder mit einem Photoelement gemessen. Mit der *F*.-Analyse werden bes. Eiweiß, Alkaloide, Vitamine, Hormone u. ä. bestimmt.

F.-Mikroskopie, → Mikroskopie.

fluoreszenz Gruppen, **fluorophore Gruppen**, organische Gruppen, die in fluoreszierenden organ. Verbindungen Träger der *F*. sind; die *F*. kann durch Hinzutritt luminophorer Gruppen verstärkt werden.

Fluoritest, Verfahren zur relativen Altersbestimmung von Fossilien nach OAKLEY. Der Gehalt an Fluor-Ionen, die aus dem Grundwasser durch Austausch dem Kalziumphosphat der Knochen eingelagert sind, wird mikrochemisch bestimmt und erlaubt eine relative Altersgruppierung der Knochen des Fundortes, deren Zusammengehörigkeit fraglich ist.

Flußbau, die künstliche Regelung des Flußlaufes. Sie bezweckt in erster Linie den Uferschutz, die Einschränkung oder Verhütung von Hochwasserschäden, die Vertiefung und Verbesserung der der Schifffahrt dienenden Fahrrinne, die Ausnutzung der Wasserkraft des Flusses, die Schaffung von Bewässerungs- und Entwässerungsanlagen und die Verhinderung von Eisstauungen. Voraussetzung der Regelung eines Flusses ist die genaue Kenntnis des Abflußvorgangs. Zu diesem Zweck wird das Flußbett und das Überschwemmungsgebiet, das bei Hochwasser überflutet wird, ausgemessen, die Wasserstände an Pegeln beobachtet, das Gefälle des Wasserspiegels bei den verschied. Wasserständen festgestellt, die Geschwindigkeit der Strömung und die abfließ. Wassermenge gemessen, die Bewegung des Geschiebes und der Eisgang beobachtet. Die Regelung beginnt mit dem Zusammenfassen des Wasserabflusses in einem gestreckten *Mittelwasserbett*. Gleichzeitig werden der *Hochwasserabfluß* verbessert und nötigenfalls die bisher überschwemmten Gebiete hochwasserfrei eingedeicht. Erst später folgt der feinere Ausbau des Flusses, der bes. die Verbesserung der Fahrrinne der Schifffahrt bei niedrigen Wasserständen bezweckt (*Niedrigwasserregelung*) und der Festlegung der oft veränderlichen Geschiebeablagerungen und Übergänge dient. Die Regelung der Flüsse ist eine schwierige und kostspielige Aufgabe, deren Durchführung viele Jahrzehnte erfordert. Der Ausbau des Hoch- und Mittelwasserbettes ist heute bei allen deutschen Flüssen beendet, die Niedrigwasserregelung jedoch bei vielen, z. B. bei der Elbe, noch in den Anfängen.

Wenn die Wasserführung des Flusses nicht ausreicht, um auch bei bester Regelung die gewünschte Wassertiefe für die Schifffahrt zu gewährleisten, speichert man zur Hochwasserzeit Wasser in Talsperren auf und läßt es zur Niedrigwasserzeit als Zuschußwasser zur Erhöhung der Wasserstände abfließen. Reicht auch das nicht, so geht man zur *Staurreglung* (Kanalisierung) des Flusses über, die darin besteht, daß der Fluß in best. Abständen durch Wehre gesperrt wird, vor denen das Wasser sich staut („Halungen“). Die Schifffahrt umgeht die Wehre mit Schleusen. Die Wehre geben außerdem die Möglichkeit der Anlage von Wasserkraftwerken und der Abzweigung von Bewässerungskämlen.

Zur Sicherung der Ufer werden *Uferdeckwerke*, wie Steinschüttungen, Pflaster auf Sand- und Kiesbettung, Packwerke und Sinkstücke, beide ebenfalls durch Steinschüttung beschwert oder abgeplattiert, gebaut. *Leitwerke* sind auf beiden Seiten vom Wasser bespülte Steindämme oder abgeplatterte Dämme aus Sand, Kies oder Packwerk; *Buhnen* werden quer zum Fluß, etwas stromauf geneigt, vom Ufer aus vorgetrieben. *Grundschwellen* sind Querbauten, um zu große Tiefen zu verbauen. Zu starke Krümmungen werden durch Durchstiche abgeschnitten.

Fluß Eisen, **Flußstahl**, alle in flüssigem Zustand erzeugten, nicht legierten Sorten Stahl; Gegensatz: *Schweiß Eisen*, das in teigigem Zustand erzeugt wird.

Flüssigkeit, ein Stoff im flüssigen → Aggregatzustand. Die leichte Beweglichkeit der *F*.-Moleküle bewirkt, daß eine *F*. im Gegensatz zum Festkörper nicht formbeständig ist. Die enge Packung hat eine geringe Zusammendrückbarkeit (*Kompressibilität*) und damit eine gewisse *Volumbeständigkeit* zur Folge, im Gegensatz zum leicht komprimierbaren Gas. Daher ist die *F*. imstande, Drucke zu übertragen. Kleine Tropfen, bei denen die Schwerkraft unwesentlich ist, nehmen infolge der anziehenden Molekülkräfte (*Oberflächenspannung*) Kugelgestalt an. Für das therm. Verhalten vieler *F*. gilt das *Theorem von den übereinstimmenden Zuständen*: die Siedetemperatur ist das 0,64fache und die Erstar-

ringtemperatur das 0,44fache der *kritischen Temperatur*, wenn man die Temperaturen in der absoluten Skala mißt. Bei *assoziierten F.* ballen sich die Moleküle der Flüssigkeit zum Teil zu Doppel- und Mehrfachmolekülen zusammen (z. B. Wasser, Schwefelsäure, Alkohole). Die Tatsache, daß die spezif. Wärmen desselben Stoffes im festen und flüssigen Zustand fast übereinstimmen, läßt darauf schließen, daß die Wärmebewegung der F.-Moleküle dicht oberhalb des Schmelzpunktes im wesentl. aus Schwingungen um eine Ruhelage besteht, wie beim Festkörper, und nicht aus geradliniger Bewegung wie im Gase.

Eine Sonderstellung nehmen die *kristallinen F.* ein. Sie haben stäbchenförmige Moleküle, die sich trotz der Wärmebewegung vielfach in Schwärmen parallel lagern. Diese Struktur ist röntgenographisch nachweisbar, wobei eine gewisse Unschärfe der Interferenzen die Unvollkommenheit der Ordnung erkennen läßt (→ Festkörper).

Flüssigkeitsgetriebe, *hydraulische Transformatoren*, *hydraulische Wandler*, sind → Druckmittelgetriebe, in denen ein starres Glied durch eine Flüssigkeit (→ Flud) ersetzt ist; sie können aus Getrieben jeder Gattung entwickelt werden und bestehen meist aus Pumpe, Rohrleitungen und Turbine oder Kolben als Abtriebsorgan. Im engeren Sinne mit Drucköl betriebene stufenlose Übersetzungsgetriebe, in denen Pumpe und Turbine unmittelbar vereinigt sind (*Föttingergetriebe*, *Föttingerkupplung*).

Flußmittel, Stoffe, die bei Erzeugung von Metallen bei dem Abdecken von Schmelzen zugegeben werden, damit sich eine leichtflüssige Schlacke bildet, z. B. Flußspat, Silikate, Borax, Kryolith.

Flußsäure, → Fluor.

Flußpat, *Fluorid*, kubisches Mineral CaF_2 , kristallisierte Würfel, meist derb, in Gängen im Granit, farblos, gelb, grün, blau, spaltbar nach Oktaederflächen. Durch die Strahlung radioaktiver Einschlüsse wird Fluor freigemacht und der F. blauschwarz (*Stinkspat*). Viele F. fluo-reszieren. F. dient zur Gewinnung von Flußsäure, zur Herstellung von Email, Glasuren und Milchglas und als Flußmittel bei der Metallgewinnung aus Erzen.

Flut, das Steigen des Meerwassers, → Gezeiten.

fluviatil heißen Ablagerungen des fließenden Wassers; *fluvioglazial* heißen Ablagerungen eiszeitlicher Schmelzwässer.

Flux, Teilchenströmung, insbes. der Neutronenfluß in Kernreaktoren.

Flying spot scanner, *Lichtpunktabtaster*, *Leuchtschirmabtaster*, FERNSEHEN: ein Bildzerleger, bei dem die abzutastende Szene, z. B. ein Diapositiv, von einem schnell bewegten Lichtpunkt (flying spot) beleuchtet wird, der vom Elektronenstrahl auf dem Leuchtschirm einer Kathodenstrahlröhre geschrieben wird. Das von dem abgetasteten Bild durchgelassene oder reflektierte Licht wird von einer Photozelle in die Bildsignale umgesetzt.

Flysch, sandig-schiefrige Fazies von alpinen Kreide und Tertiär.

FM, Frequenzmodulation, → Modulation.

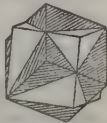
Folge, → Grenzwert.

Folie, 1) Metallblech von sehr geringer Stärke. 2) *Kunststoff-F.* werden in Form von Bändern oder Bahnen erzeugt, z. B. durch Gießen der gelösten oder geschmolzenen Stoffe oder durch Auswalzen sowie durch Blasen von Schläuchen, die man anschließend aufschneidet. Anwendung als Verpackungsmaterial, für Vorhänge, Wandbespannungen, Polster und Tischdecken, zur Herstellung von Regenkleidung, Taschenwaren u. dgl.

Folsäure, Pteroylglutaminsäure, ein für das Wachstum bestimmter Bakterien, z. B. *Lactobacillus casei*, notwendiger Faktor, der aus grünen Blättern, Leber und Hefe gewonnen werden kann, mit Vitamincharakter. – *Folinsäure*, Leukovorin, Citrovorum-Faktor, ist ein Formylderivat hydrierter F.

Forbush-Effekt, die Intensitätsabnahme der kosm. Ultrastrahlung am Boden etwa 20–30 Stunden nach starken chromosphärischen Eruptionen auf der Sonne, vermutlich durch von der Sonne ausgestoßene Plasmawolken, die zugleich mit der Schwächung der Ultrastrahlung magnetische Störungen und Polarlichter hervorrufen.

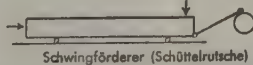
Förderanlagen, *Transportanlagen*, Einrichtungen zum stetigen Fördern von Massengütern. Die einfachste Art ist die *Rutsche* (*Schurre*), auf der das Massengut abwärts gleitet; oft als *Wendetrutsche* schraubenförmig gewunden. Rutschen mit Bremsvorrichtung sind *Bremsförderer*, *Stauscheibeförderer*, *Niedertragsvorrichtungen*. – Bei einem *Förderband* läuft zwischen zwei Umlenktrommeln ein flacher oder muldenförmiger Gummigürt, der durch Gurtrollen getragen wird. Die eine Umlenktrommel (meist am Abwurfende) wird durch einen eingebauten Motor angetrieben. – Ähnlich ist das *Platten- und Kastenband* gebaut. Eine Sonderform eines Plattenbandes ist der *Wandertisch*. – Bei einer *Kettenbahn* läuft über den Wagen der zwischen den Schienen ein Seil oder eine Kette um, die die Wagen mitnehmen (Grubenbetrieb). – Eine *Förderschnecke* (*Transportschnecke*) besteht aus einem Rohr und einer darin umlaufenden Schnecke oder Wendel, die das meist pulverförmige Massengut vorwärts schiebt. Auf dieselbe Art kann auch Wasser schräg nach oben gefördert werden (*Wasserschnecke*, *Archimedische Schraube*). – In einer *Förderrinne* laufen zwei paral-



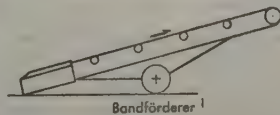
Flußspat



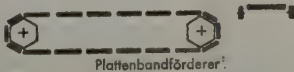
Schneckenförderer



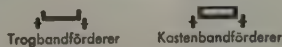
Schwingförderer (Schüttelrutsche)



Bandförderer I

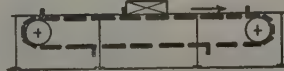


Plattenbandförderer

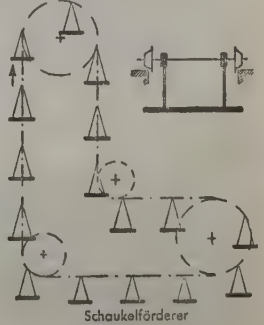


Trogbandförderer

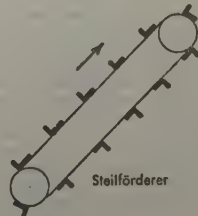
Kastenbandförderer



Schleppkettenförderer



Schaukelförderer



Steilförderer

Förderanlagen: Stetigförderer (nach DIN 15201)

Fördermaschine — fräsen

le, endlose Ketten mit Querstegen oder Mitnehmern um, die das Massengut auf dem Rinnenboden weiterschieben (beim Abbau von Steinkohle *Panzerförderer* genannt). Um den Rinnenverschleiß und unnötige Grusbildung zu vermeiden, wird eine Rinne auch in rasche hin- und hergehende, gerade Bewegungen versetzt (*Schüttelrutsche*). Bei einer *Schwügförderinne* (*Wuchtförderer*) führt die Rinne rasche, kurvenförmige Bewegungen aus, durch die das Massengut jeweils um eine kleine Strecke vorwärts geworfen wird (Schwingungszahl etwa 3000/min). — Bei einem *Kettenförderer* (*Schaukelförderer*) bewegt sich an Hängebahnschienen oder in einem geschlitzten Rohr eine endlose Kette. An den Stellen, an denen die Lastträger pendelnd aufgehängt sind, befinden sich an der Kette Laufrollen, die die Reibung vermindern. Zu den Kettenförderern rechnet man auch →Becherwerk und Schrägaufzug. — Bei den *pneumatischen F.* (*Luft-F.*) wird mehliges, grüßiges oder leichtes Massengut (Kohle, Zement, Getreide, Holzspäne) an einer Düse durch einen Luftstrom durch *Fördergebläse* angesaugt, in einem Rohrsystem weitergetragen und am Ende der Rohrleitung durch eine Schleuse wieder ausgeschieden. Anwendung: Ent- und Beladen von Schiffen, Behälterwagen, Bunker. Eine F. ist auch die →Rohrpost.

H. AUMUND-F. MECHTOLD: Hebe- und Förderanlagen (1958); A. O. SPIWAKOWSKI-W. K. DJATSCHKOW: F. (1959).

Fördermaschine, eine Maschine zum Emporheben der Bergwerksprodukte in senkrechten und geneigten Schächten. Sie besteht im Prinzip aus einer Welle und zwei Seiltrommeln. Auf den Seiltrommeln sind die beiden Treibseile aufgewickelt, die über den Förderturm nach den *Förderkörben* oder *-gestellen* führen. Für Flachseile werden an Stelle der Seiltrommeln *Bobinen* verwendet, d. s. schmale Trommeln von der Breite des Flachseiles, auf denen sich die Seile übereinander aufwickeln. Muß von mehreren Sohlen gefördert werden, so wird die eine Seiltrommel von der Welle löslich ausgebildet, um die Seillängen den einzelnen Sohlen anpassen zu können. Bei größerer Schachttiefe verwendet man an Stelle der zwei Seiltrommeln eine *Treibscheibe* (*Koepfscheibe*). Hierbei wird nur ein Seil verwendet, an dessen beiden Enden die Fördergestelle befestigt sind. Das Seil wird durch Reibung von der Seilscheibe mitgenommen. Die F. werden meist elektrisch angetrieben, bei kleiner Leistung durch Drehstrommotoren unter Vorschaltung eines Vorgeleges. Bei großen Schächten mit großer Leistung wird heute fast überall die elektrische F. mit Leonard-Umformer und Ilgner-Schwungrad oder Pufferbatterie benutzt.

Formaldehyd, *Formal*, *Methanal*, einfachster →Aldehyd, $H-CHO$, entsteht aus Holzgeist (Methylalkohol), der mit Luft über glühendes Kupfer geleitet wird; ein farbloses, stechend riechendes Gas, das, in Wasser gelöst, als *Formalin* oder *Formol* zur Keimtötung (→Desinfektion) benutzt wird. F. besitzt eine ausgesprochene Neigung, sich zu festen, höhermolekularen Stoffen zu polymerisieren. Beim Eindampfen seiner wässrigen Lösung entstehen langkettige *Polyoxymethylene* (*Paraformaldehyd*), unter anderen Bedingungen das trimolekulare *Trioxymethylen* (CH_2O_3). Unter dem Einfluß schwacher Alkalien bildet sich aus F. ein Gemisch verschiedener Zucker. Aus F. und Phenol werden die Bakelite, ähnliche Kunststoffe mit Harnstoff und Anilin, erhalten. Durch Härten von Kasein mit F. werden Galalith und Milchwolle (Lanital), durch Kondensation von F. mit Phenol- und Naphthalinsulfonsäuren künstl. Gerbstoffe erzeugt.

Formationskunde, →Erdschichte.

Formeisen, *Formstahl*, Walzwerkzeugnis von T-, doppel-T-, E-, L-förmigem Querschnitt.

Formerei, →Gießerei.

Formierung, Veränderung der elektrochem. Symmetrie zwischen zwei gleichartigen metallischen Leitern in einem Elektrolyten, z. B. durch Anlegen einer F.- oder Polarisationsspannung; auch die fa-

brikatorische Vorbehandlung elektr. Bauelemente, deren Funktion auf der Bildung oder Verbesserung einer wirksamen Schicht beruht, z. B. einer Oxidschicht bei Elektrolytkondensatoren.

Formmaschine, eine maschinelle Vorrichtung zur Herstellung maßgenauer Gießformen. Bei der *Abhebe-* oder *Absenk-F.* sitzt der Formkasten auf einer Formplatte mit fest angebrachtem Modell; der Formsand wird um das Modell von Hand eingestampft, dann der Formkasten hochgehoben oder die Formplatte nach unten gesenkt. In der *Wendeplatten-F.* sind auf der Ober- und Unterseite einer Doppelplatte die Modelle angebracht, die nacheinander abgeformt werden. Bei der *Durchzieh-F.* wird das Modell mit senkrecht stehenden Flächen durch die Modellplatte nach unten durchgezogen. Beim *Formmaskenverfahren* nach CRONING werden an Stelle kompakter Formen nur dünne, schalenartige Formenmasken aus einem Kunstharz-Sandgemisch benutzt. Das Gemisch rieselt über die vorher erhitzte Metallmodellplatte, auf der der Kunstharzanteil schmilzt und polymerisiert und die eingelagerten Sandkörner zu einer Schale bindet, die nach Aushärten im Ofen eine sehr maßgenaue Form ergibt.

Formsand, in der Gießerei gebrauchter feinkörn. Sand bestimmter Verformbarkeit (Tongehalt), Korngröße, Luft-, Wasserdurchlässigkeit, Feuerfestigkeit, bedingt durch Kalk- und Feldspatfreiheit.

Formschluß, Art der Berührungssicherung der im →Elementenpaar beweglich miteinander verbundenen Getriebeglieder, z. B. Zapfen in Buchse. Gegensatz: →Kraftschluß.

Formspeicher, Vorrichtung an einer programmgesteuerten Werkzeugmaschine zur Erzeugung einer bestimmten Werkstückform.

Fotosetter, Photosatzmaschine →Setzmaschine.

Foucault, Léon, franz. Physiker, * 1819, † 1868, führte 1850 einen Pendelversuch zum Nachweis der Achsendrehung der Erde aus, bestimmte die Lichtgeschwindigkeit mit einem rotierenden Spiegel und untersuchte die Wirbelströme in Metallen.

Fourier, Jean-Baptiste, franz. Physiker, * 1768, † 1830, bearbeitete 1822 die Theorie der Wärmeleitung analytisch und benützte dabei die nach ihm benannten trigonometr. Reihen (→Reihe).

Fourier-Analyse, →harmonische Analyse.

Fr, chem. Zeichen für →Francium.

Fraktion, ein bei der fraktionierten →Destillation in einem bestimmten Temperaturintervall übergegangener Anteil eines Gemischs von Flüssigkeiten mit verschiedenen Siedepunkten.

Francium, *Fr*, instabiles chem. Element aus der Gruppe der Alkalimetalle; Ordnungszahl 87, Massenzahlen der bisher bekannten Isotope 211, 212, 218–223. Ein Isotop des F. mit Massenzahl 223 ist Glied der Uran-Aktinium-Zerfallskette (→Radioaktivität) und heißt deshalb auch *Aktinium K*.

Franck, James, Physiker, * 1882, seit 1934 Prof. in den USA, untersuchte 1913, zus. mit G. HERTZ, die Anregung und Ionisation von Molekülen durch Elektronenstoß. 1925 Nobelpreis (mit HERTZ).

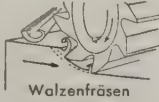
Frankiermaschine, Büromaschine zum Freimachen von Postsendungen. *Marken-F.*: Bei jedem Aufpressen des Stempels wird aus einer Markenrolle eine Marke vorgeschoben, gefeuchtet und aufgeklebt. Die *Bar-F.* (Freistempel) druckt auf die Sendung die Gebühr, den Postaufgabestempel und meist eine fortlaufende Kontrollzahl.

Franklin, Benjamin, nordamerikan. Staatsmann, * 1706, † 1790, wurde Buchdrucker und hatte großen Erfolg mit volkstüml. Schriften. Er erfand 1752 den Blitzableiter und den elektr. Drachen.

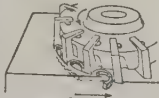
Frasch-Verfahren, Schwefelgewinnung aus Schwefellagerstätten ohne Anlage von Schächten. In den Hohlraum zwischen zwei konzentrischen Röhren, die im Schutzmantel bis zum Lager hinuntergeführt werden, wird überhitztes Wasser gepreßt. Der geschmolzene Schwefel wird im innersten Rohr nach oben gedrückt und in Gruben gesammelt.

fräsen, Verfahren der spanenden Formung zur Herstellung von ebenen oder gekrümmten Flächen

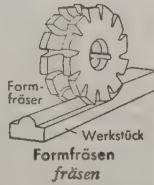
auf Werkstücken durch den in die Fräsmaschine eingespannten rotierenden Fräser. Durch **Walzfräsen**, bei dem **Walzfräser** und Werkstück aufeinander abwälzen, werden z. B. Zahnräder oder Mehrkeilwellen hergestellt.



Walzenfräsen



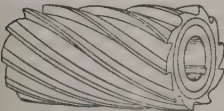
Stirnfräsen



Formfräsen

Bei der **Fräsmaschine** trägt die im Gestell gelagerte Hauptspindel den Fräser. Die Arbeitsgeschwindigkeit wird durch ein meist stufenlos verstellbares Haupt- und Vorschubgetriebe eingestellt. Das Werkstück wird auf dem Tisch festgespannt, der nach einer oder mehreren Richtungen verschiebbar oder drehbar ist und meist maschinell bewegt wird. Auf der **Waagrecht- (Horizontal-) Fräsmaschine** werden hauptsächlich Walzenfräser, Scheibenfräser, Formfräser verwendet, auf der **Senkrecht- (Vertikal-) Fräsmaschine** meist Stirnfräser, bes. Messerköpfe.

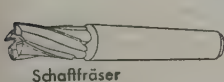
Der Fräser ist am Umfang oder auch an der Stirnfläche mit mehreren Schneiden (in seltenen Fällen einer) besetzt. Der **Walzenfräser** bearbeitet Ebenen; seine Schneiden verlaufen achsenparallel oder zum stoßfreien Arbeiten schraubenförmig. Schmale Ebenen und Nuten können mit dem **Scheibenfräser** hergestellt werden, zueinander im Winkel kleiner als 180° geneigte Ebenen mit dem **Winkelfräser**. Die Zähne dieser 3 Fräserarten haben meist einen von Geraden begrenzten Querschnitt; sie heißen dann **spitzverzahnte Fräser**. Im Gegensatz hierzu steht der



Walzenfräser (spitzgezähnt)



Scheibenfräser Winkelfräser



Schauffräser



Abwälzfräser

Fräser

Formfräser, Profilfräser, zur Herstellung beliebiger Profile und Rotationskörper. Damit seine Mantellinien die Form der Leitlinie des zu erzeugenden Profils beim Anschleifen der Spanflächen beibehalten, ist seine Freifläche nach einer logarithmischen Spirale hinterdreht: **hinterdrehter Fräser**. Der **Stirnfräser** hat auch an der Stirnseite Schneiden. Der **Messerkopf** ist ein Stirnfräser, der am Umfang eingesetzte Meißel trägt, die mit Schnellstahl, meist jedoch mit Hartmetall bestückt sind. Für Sonderzwecke gibt es **Gewindefräser, Nutenfräser** u. a. m.

A. LINEK: Spanabhebende Werkzeugmaschinen, TL. 4: Fräsmaschinen (*1958).

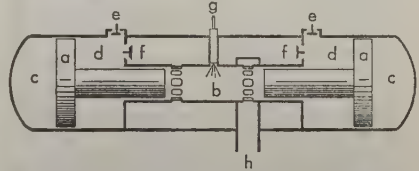
Fraunhofer, Joseph (von), Physiker, * 1787, † 1826, erfand Beugungsgitter zur Wellenlängenmessung des Lichts, entdeckte 1814 die dunklen Absorptionslinien im Sonnenspektrum, die er zur Messung der Brechungsexponenten von Gläsern für verschied. Farben benutzte, und baute optisch-astronom. Instrumente.

Freier-Grunder-Verfahren, ein Gießverfahren zur Erzielung eines schlackenfreien Gußeisens.

Freifühbahn, der Teil der Bahn einer Rakete, den sie nach Aufhören der Verbrennung des Treibstoffes als frei fliegender Körper zurücklegt.

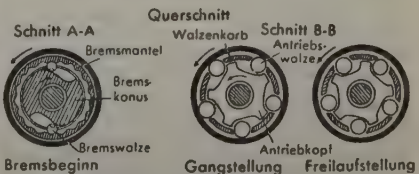
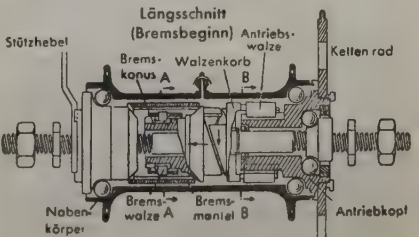
Freiheitsgrad. Die Anzahl der F. eines Systems von Massenpunkten ist die Anzahl der unabhängigen Koordinaten, durch die die Lage des Systems festgelegt wird. Ein Massenpunkt hat 3 **Translations-F.** Ist er in seiner Bewegung an eine Fläche gebunden, bleiben nur 2, ist er an eine Kurve gebunden, nur 1 F. Zwei starr verbundene punktförmige Massen (angenähert z. B. durch ein zweiatomiges Molekül) haben als Einheit neben den 3 Translations-F. noch 2 **Rotations-F.**; mehr als zwei starr verbundene Massenpunkte, die nicht auf einer Geraden liegen, besitzen noch einen dritten Rotations-F., so daß starrer Körper ganz allgemein 6 F. haben, sofern sie frei beweglich sind. Völlig starre Verbindungen gibt es in der Natur nicht; so hat ein zweiatomiges Molekül noch einen zusätzlichen **Schwingungs-F.**, der die periodisch veränd. relative Lage beider Atome kennzeichnet. Allgemein haben deformierbare Körper unendlich viele F.

Freikolbenmotor, eine Kolbenmaschine mit zwei frei schwingenden, sich gegeneinander bewegenden Kolben, die gleichzeitig Motorkolben eines im Zweitakt arbeitenden Dieselmotors und Verdichterkolben eines Kompressors sind. F. werden als Gaserzeuger bei Freikolben-Turboanlagen benutzt, wobei die Verbrennungsgase einer Gasturbine zugeleitet werden.



Freikolbenmotor: a Kolben, b Motorzylinder, c Pufferraum, d Verdichtungszyylinder, e Saugventile, f Druckventile, g Einspritzdrüse, h zur Turbine

Freilauf, eine Vorrichtung, die die Verbindung zweier Wellen löst, wenn die angetriebene Welle sich schneller dreht als die treibende. Dadurch ist die Übertragung eines Drehmoments nur in einer Drehrichtung möglich. Ausführung beim Fahrrad: Die im Innern des Nabengehäuses befindl. Rollen pressen sich beim Vorwärtstreten durch einen gezähnten Führungsring gegen das Gehäuse und nehmen so das Hinterrad mit. Beim Nichttreten gleitet das Rad über die Rollen hinweg.



Freilaufnabe mit Rücktrittbremse

Freileitung, oberirdisch geführte Drahtleitung, 1) zur Fortleitung elektr. Energie im Freien. Die Leiter (aus Leitungskupfer, Aldrey, Bronze, Stahl)

Freiluftstation – Fühlersteuerung

sind von den Masten durch Isolatoren isoliert. Fernleitungen mit Betriebsspannungen von 100 000 Volt und höher werden zur Unterdrückung der unerwünschten Koronaerscheinung aus Hohlseilen, bei 380 000 Volt aus Bündelleitern hergestellt. 2) zur elektr. Übertragung von *Nachrichten*, insbes. von Telefonie- und Telegraphiesignalen. Sie bestehen aus Hartkupfer- oder Bronzedraht, isoliert an Holzmasten aufgehängt. Damit mehrere Leitungen sich nicht gegenseitig stören, müssen sie planmäßig gekreuzt werden.

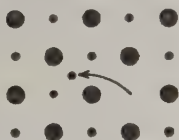
Freiluftstation, im Freien aufgestelltes Umspannwerk (Transformatorstation).

Freimaßtoleranz, die zulässige Abweichung des Istmaßes vom Nennmaß für Maße ohne besondere Toleranzangabe. DIN 7168.

Freistempeler, → Frankiermaschine.

Fremdheitsquantenzahl, englisch *Strangeness*, eine Quantenzahl zur Klassifikation der „seltsamen“ Elementarteilchen, wie Mesonen und Hyperonen. Sie ist Null für Nukleonen, Pionen, Elektronen und Lichtquanten und hat die Werte +1, -1 und -2 für Muonen, Kaonen und Hyperonen. Bei starken Wechselwirkungen bleibt die Summe der F. aller beteiligten Teilchen erhalten.

Frenkel-Defekt, das Abwandern eines in einen Kristall eingebauten Ions von seinem normalen Platz im Kristallgitter auf einen Zwischengitterplatz (Bild).



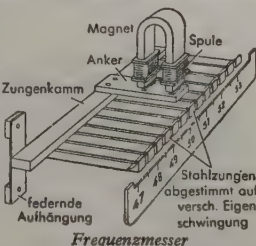
Frenkel-Defekt

Frequenz, die Zahl der Schwingungen in der Zeiteinheit, gemessen in Hz (Hertz) = Schwingungen/s. Der ganze F.-Bereich elektromagnet. Schwingungen wird in *F.-Bänder* (→ Band 4) unterteilt. Frequenzbereiche: 1) *Niederfrequenz*, abgek. *NF*, von über 0 Hz bis 300 Hz; auch gebräuchl. Bez. für *Tonfrequenzen* von 16 bis 20 000 Hz (Hauptsprachgebiet von 300 bis 2 500 Hz, Kammerton a bei 440 Hz). 2) *Mittelfrequenz*, abgek. *MF*, von 100–300 000 Hz. 3) *Hochfrequenz*, abgek. *HF*, von 10 000 Hz bis 3000 MHz, entspr. einer Wellenlänge von 30 000 m bis 10 cm. 4) *Höchstfrequenz*, abgek. *HHF*, über 300 MHz, entspr. einer Wellenlänge unter 1 m.

Frequenzmesser, Meßgerät für die Frequenz von Wechselströmen. Beim *Zungen-F.* werden eine Reihe von abgestimmten Stahlfedern (Zungen) von einem Elektromagneten zu mechan. Schwingungen entsprechend der zugeführten Frequenz angeregt. Die mit dieser Frequenz in Resonanz stehende Zunge schwingt mit großer Schwingungsweite und gibt deutlich ablesbar die Frequenz an. Als Drehzahlmesser können Zungen-F. unmittelbar mechanisch durch die Maschinenerschütterungen erregt werden. – *Zeiger-F.* haben ein Meßwerk ähnlich wie ein → elektrodynamisches Instrument.

Frequenzumsetzer, auf Bergen errichtete Kleinsender (Leistung bis etwa 50 W) zur Fernschwerversorgung von Tälern, in denen der Empfang der Großsender wegen der Schattenwirkung der Berge zu schwach ist. Die Trägerfrequenz des Großsenders wird umgesetzt und das Signal auf der neuen Frequenz verstärkt ausgesandt.

Frequenzumsetzung, Änderung einer gegebenen Frequenz in eine andere Frequenz, die mit der ersten in einem vorgegebenen Zusammenhang (Verhältnis oder Differenz) steht, z.B. *Frequenzvervielfachung* oder -teilung oder *Zwischenfrequenzbildung*.



Frequenzweiche, FERNMELDETECHNIK: ein → Filter zur Zusammenfassung oder Trennung mehrerer Frequenzbänder, z.B. bei der Übertragung mehrerer Gespräche über einen einzigen → Kanal unter Benutzung verschiedener Trägerfrequenzen.

Fresko, *Tropical*, melierter Kammgarnstoff aus hartgedrehten Zwirnen.

Fresnel, Augustin Jean, französ. Physiker, *1788, † 1827, wies die Wellennatur des Lichts nach, begründete die Kristalloptik und fand eine Methode, die Geschwindigkeit des Lichts zu messen.

Frikition, Reibung; *Frikitionsgetriebe*, das Reibradgetriebe; *Frikitionskupplung*, die Reibungskupplung.

frischen, Raffination des Roheisens zu Stahl, durch Oxydation (Verbrennung) der Beimengungen.

fritten, Email, Glasur u. a. zu unlösl. *Fritte* zusammenschmelzen. – *Fritter*, *Kohärer*, Vorläufer des Detektors, bestand aus einem Glasröhrchen mit Eiseneisenplänen, die durch empfangene Impulse zusammenkleben und leitend werden.

Front, METEOROLOGIE: die Grenzfläche zweier Luftmassen verschiedener Dichte, im allgemeinen auch verschiedener Temperatur. Man unterscheidet *Warm-F.*, bei denen die Warmluft die vorgelagerte Kaltluft verdrängt, und *Kalt-F.* mit vordringender Kaltluft. *Warm-F.* werden meist durch einen ausgedehnten Aufgleitschirm mit Zirrostratus- und Altostratusformen gekennzeichnet; bei stabiler Schichtung fallen gleichmäßige Dauerniederschläge. *Kalt-F.* sind im Sommer vorwiegend labil geschichtet und bringen bei Kumulonimbusbewölkung Schauer und Gewitter; es gibt aber auch eine stabile Form, deren Wolkenbild dem der *Warm-F.* ähnelt. Die meisten F. wandern innerhalb einer Zyklone (auf der Nordhalbkugel) entgegengesetzt dem Uhrzeiger.

Frosch, ERDBAU: Explosionsstampfer, → Ramme.

Fröster, Gerät zum → Gefrieren von Lebensmitteln.

Frostmelder, ein mit einer elektr. Signalanlage verbundenes Thermometer, zeigt selbsttätig Frost an.

Frotté, dreifädiger Schlingenzwirn für Kräusel- und Noppenstoffe.

Frottiertoff, Schlingengewebe in besonderer Webtechnik für Badewäsche.

Fruchtäther, *Fruchtesenzen*, *Fruchtöle*, alkoholische oder alkoholfreie Flüssigkeiten, die das Aroma von Früchten wiedergeben. F. werden meist rein künstlich, teilweise auch durch Verwendung natürlicher Fruchtauszüge oder eingedickter Fruchtsäfte, hergestellt. Verwendung zur Bonbonfabrikation und zur Verstärkung natürl. Fruchtesenzen.

Fruchtzucker, *Lävulose*, *d-Fruktose*, $C_6H_{12}O_6$, eine Zuckerart, und zwar eine Kетоhexose. Der F., ein regelmäßiger Begleiter des Traubenzuckers im Saft süßer Früchte und im Honig, ist meist eine sirupdicke, schwer kristallisierende Flüssigkeit.

Fuchs, bei Dampfkesselanlagen und Industrieöfen der meist gemauerte Kanal, der die Abgase der Feuerung zum Schornstein führt.

Fuchsin, eine der ersten künstlichen Teerfarben (A. W. HOFMANN, 1856), ein Derivat des Triphenylmethans; hergestellt durch Oxydation des Rotöls. Die *F.-Farbstoffe* (Rosanilin, Pararosanilin u. a.) dienen zum Rotfärben von Wolle, Seide, Leder und zur Färbung mikroskop. Präparate.

Fuchsschwanz, eine Handsäge (→ Sägen).

fügen, Werkstücke oder Werkstoffe durch Schrauben, Nieten, Schweißen, Falzen, Plattieren und andere Verfahren verbinden.

Holzbearbeitung: Vollholz- und Furnierkantanten eben hobeln oder schneiden, um die Holzteile fugendicht aneinanderleimen zu können (→ furnieren). Vollholz fügt man maschinell auf der Abriechobelmaschine (→ hobeln). Den paketweise in die *Furnierfügemaschine* eingespannten Furnieren schneidet eine Kreissäge oder ein Hobelmesserkopf die Kanten grob ab; ein Schlichtmesserkopf fräst die Kanten eben.

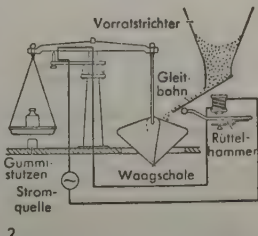
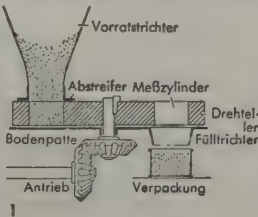
Fühlersteuerung, eine Steuerungsart der Werkzeugmaschinen für das → Nachformen.

Füllfederhalter, ein Taschenfederhalter mit ersetzbarem oder eingebautem, nachfüllbarem Tintenbehälter. Der *Kolben-F.* (BILD) enthält im Tintenbehälter einen dichtschießenden Kolben, mit dem man beim Füllen die Tinte durch die Tintenleiterkanäle ansaugt. Der *Druck-F.* (BILD) hat als Tintenbehälter einen Gummischlauch. Der ältere *Sicherheits-F.* hat eine zurückschiebbare Schreibfeder. – Die Feder im F. besteht aus 14karätigem Gold, einer Palladiumlegierung oder aus Edelstahl. Sie trägt eine Spitze aus abreibfestem Metall, z.B. Osmium oder Iridium.

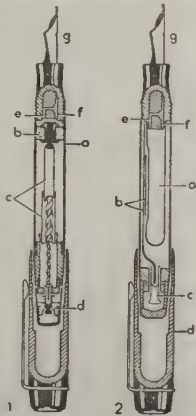
SONDERAUSFÜHRUNGEN OHNE FEDER: *Durchschreiber-F.* haben tropfenförmige Glasspitzen mit gewundenen Außenrillen als Tintenleiter. Im *Tintenschreiber* dient als Schreibspitze ein Metallröhrchen, in dem ein mit einem Gewicht beschwerter Metallstift gleitet, der die Tintenzufuhr regelt. Auch einige *→ Kugelschreiber* haben nachfüllbaren Tintenbehälter.

Füllkörper, kleine Tonkörper, Buchenholz-Rollspäne od. dgl., die in Türen aufgeschüttet und, wegen ihrer großen Oberfläche, zur Reinigung von Gasen oder zur Beschleunigung von chem. Reaktionen benutzt werden, z. B. die Raschigischen Ringe.

Füllmaschine, *Abfüllmaschine*, Maschine zum selbststättigen Abfüllen pulver-, pastenförmiger oder körniger Stoffe in Tüten, Beutel, Flaschen usw. und von Flüssigkeiten. Das Füllgut wird aus einem trichterförm. Behälter mit einem Kolben in einen Zylinder (Dosiergehäuse) gesaugt und nach Kippen des Zylinders unter gleichzeitig. Abschluß des Behälters durch den Kolben in die Tüte usw. gedrückt. Für rieselnde Stoffe (Kaffee, Reis) ist unter dem Fülltrichter ein drehbarer Teller mit Meßgefäßen angeordnet, in die das Füllgut von selbst einfällt; nach Abschluß des Trichters wird der Teller in eine andere Stellung gedreht, in der das Meßgefäß sich in die



Füllmaschinen: 1 zur Abfüllung nach Volumen, 2 nach Gewicht (Einwiegemaschine). Die Einwiegemaschine arbeitet halbautomatisch; nach Unterbrechung des Stromkreises durch Sinken der Waagschale wird die Mittelsäule der Waage durch einen Hebel gesenkt, wodurch die Waagschale aufsteigt und sich nach unten öffnet.



Füllfederhalter: 1 Kolbenfüller; a Behälter, b Kolben, c Kolbenschaft, d Drehknopf, e Tintenkanal, f Luftkanal, g Feder. 2 Druckfüller; a Behälter (Gummischlauch), b Hebel, c Druckknopf, d Schutzkapsel, e Tintenkanal, f Luftkanal, g Feder.

Tüte entleert. Einige F. arbeiten mit automatischer kombinierter Rüttel- und Wägeeinrichtung (bei leicht haftenden Pulvern). Ist die gewünschte Menge auf die Waagschale „gerüttelt“, so senkt sich diese, schaltet durch einen Kontakt die Rüttleinrichtung aus, entleert sich automatisch, geht nach oben, worauf sich der Vorgang wiederholt.

Füllort, → Bergbau, Abschn. Förderung.

Fulton, Robert, amerikan. Ingenieur, * 1765, † 1815, baute das erste brauchbare Dampfschiff.

Fumarole, Gas- und Wasserdampfexhalation aus Spalten und Öffnungen tätiger Vulkane und erkalteter Lavaströme. Sie enthalten die vom Magma abgegebenen leichtflüchtigen Bestandteile: Wasserdampf, Kohlendioxid, schweflige Säure, Schwefelwasserstoff, Chloride der Alkalien, von Eisen u. a.

Fumarsäure, → Maleinsäure.

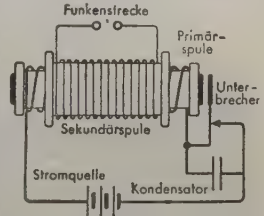
Funke, → Gasentladung.

Funkenanalyse, *Funkenprobe*, qualitative Beurteilung von Stählen auf Kohlenstoffgehalte und Legierungselemente nach dem Funkenbild, das unter gleichart. Bedingungen an Schleifscheiben entsteht, hinsichtl. Farbe, Form und Lichtstärke der Stahlfunkenbündel.

Funkenerosion, → Elektroerosion.

Funkenfänger, Schutzvorrichtung in Schornsteinen, bes. bei Lokomotiven: ein Drahtkorb, der die Funken zurückhält.

Funkeninduktor, ein Hochspannungstransformator aus zwei über einen stabförmigen Eisenkern gewickelten Zylinderspulen. Durch die Primärspule fließt im allgemeinen ein zerhackter Gleichstrom, der durch einen selbsttätigen Unterbrecher (Wagnerscher Hammer, Wehnelt-Unterbrecher) erzeugt wird. Man erreicht Spannungen bis zu einigen 100 000 V.



Funkeninduktor (Schema)

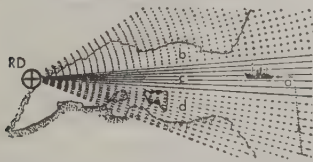
Funkenkammer, Nachweisgerät für hochbeschleunigte geladene Teilchen. An einem Satz von parallelen Platten, die abwechselnd miteinander elektrisch verbunden sind, wird 0,1 bis 1 μ s nach dem Durchgang eines geladenen Teilchens ein Hochspannungsimpuls angelegt. Es bilden sich Funkenüberschläge genau entlang der Teilchenbahn, die fotografiert oder anders, z. B. durch die von ihnen ausgehenden Ultraschallwellen, nachgewiesen werden.

Funkenzähler, Nachweisgerät für geladene Teilchen aus zwei parallelen, isolierten Metallplatten im Abstand von etwa 1 cm in einem Gas-Dampf-Gemisch (z. B. Argon und Alkohol), zwischen denen eine hohe Spannung liegt. Ein durchtretendes geladenes Teilchen erzeugt Ionen längs seiner Bahn, die den Durchschlag eines sichtbaren Funkens ermöglichen. Der entstehende elektr. Impuls wird durch einen elektron. Zähler registriert.

Funkfeuer, *Funkbake*, ein Sender für Navigationszwecke, der eine → Kennung gerichtet oder ungerichtet ausstrahlt. Ein *Richt-F.* (BILD) besitzt zwei Richtsender (*Leitstrahlsender*, *Leitstrahlbaken*), die auf gleicher Welle und mit gleicher Lautstärke komplementäre Morsezeichen senden, z. B. Sender 1 eine Folge von Strichen mit Pausen von der Länge eines Morsepunktes, Sender 2 in diesen Pausen eine Folge von Punkten. In einem (möglichst schmalen) Sektor, in dem beide Sender gleich laut zu hören sind, ergänzen sich die Komplementärzeichen zu einem Dauerstrich, bei wachsender Entfernung von seiner Mittellinie (*Leitstrahl*) treten Striche oder Punkte immer stärker hervor. – Beim *Dreh-F.* rotiert das Richtantennensystem eines Senders mit einer bestimmten Frequenz. Bei einer bes. in der Seefahrt verwendeten Art bezeichnet ein besonderes

Funkfeßtechnik

Signal den Durchgang des Lautstärkeminimums durch die Nord-Süd-Richtung. Dreht sich das Antennensystem in 60 s einmal um sich selbst, so ergibt die Anzahl Sekunden, die bis zur Aufnahme des Minimums am Bord vergeht, multipliziert mit 6, die Gradzahl der Peilung des Senders. Bei den bes. in der Luftfahrt verwendeten Dreh-F. System VOR (Very High Frequency Omni Range) werden von einem Rundstrahler und einem mit 30 Hz umlaufenden Dipol zwei Felder gleicher Frequenz ausgestrahlt; durch ihre Überlagerung entstehen umlaufende Feldschwankungen, die im Empfänger einen Wechselstrom von 30 Hz ergeben. Der ungerichtet ausgestrahlten Trägerwelle ist ein Hilfsträger von 10 kHz aufmoduliert, der selbst wieder mit 30 Hz frequenzmoduliert ist. Die Phase dieser Vergleichsfrequenz ist im Gegensatz zur Phase des durch den umlaufenden Dipol entstehenden Wechselstroms richtungsunabhängig. Zwischen beiden Phasen besteht in jeder Richtung eine einzige, stets gleichbleibende Differenz, die im Azimutmesser unmittelbar zum Anzeigen der Richtung des Flugzeugs zum F. ausgewertet wird. Das Flugzeug oder Schiff kann seinen Standort nach 2 F. oder einem F. unter gleichzeitiger Messung der Entfernung bestimmen. — Die



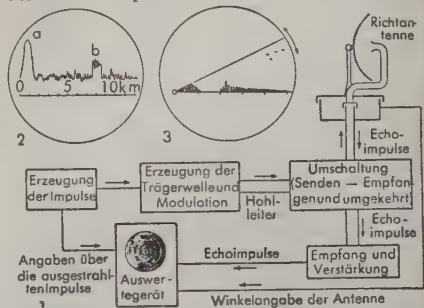
Richtfunkfeuer RD (Radiophare directionnel, franz.); a Kursänderung zur Einfahrt, b und d Zeichen „Punkte“ oder „Striche“; unbefahrte Sektoren, c Zeichen „Dauerton“; Fahrwasser-Sektor.

deutsche Weiterentwicklung des Drehfeuers führte zum *Consol-F*. Drei Antennen gleicher Wellenlänge, in einer Geraden im Abstand von drei Wellenlängen aufgestellt, überlagern ihre Abstrahlungen. Am Empfangsort entsteht durch den Wegunterschied der von den drei Antennen ausgesandten Wellen ein Phasenunterschied, durch den im Strahlungsbereich Sektoren mit Strichen oder Punkten im Sekunden-takt gehört werden; in einer schmalen Übergangszone verschmelzen diese zu einem Dauerton. Die Sektoren wandern außerdem infolge einer Phasenverschiebung der Mittelantenne innerhalb einer Minute um eine Sektorenbreite. Die Peilung des F., die am Durchgang des Dauertons erkennbar ist, wird aus der Zahl der Punkte und Striche vor oder nach dem Dauerton bestimmt und einer Seekarte mit besonderem Überdruck entnommen.

Funkfeßtechnik, Radar (TAFEL Funkfeßtechnik und Funknavigation), die Anwendung der Funktechnik zur Erfassung und Ortsbestimmung bewegl. oder ortsfester Gegenstände (Berge, Stahlmasten, Flugzeuge, Schiffe), zur Verkehrsüberwachung auf Land- und Wasserstraßen, in der Meteorologie, der Luftabwehr und Luftwarnung sowie in der Technik der elektron. Zünder bei Geschossen und Raketen. Bei allen Funkfeßverfahren werden sehr kurze elektromagnet. Wellen ausgestrahlt und ihre „Echos“ empfangen, in der Regel unter gleichzeitiger Messung der Laufzeit.

Eine Funkfeßanlage (*Funkfeßgerät, Radargerät*) besteht grundsätzlich aus einem Leistungssender, Antennenanlage sowie Empfänger mit nachgeschalteten Auswertegeräten für Entfernung, Seiten- und Höhenwinkel. Der im Impulsgenerator erzeugte Impuls wird der Trägerfrequenz aufmoduliert und ausgestrahlt; zugleich steuert er das synchrone Arbeiten der auswertenden Kathodenstrahlröhre. Zurückkehrende Echoimpulse gelangen nach Verstärkung in den Steuerteil des Auswertegerätes, wo sie jeweils verschieden verwendet werden können. Beim einfachsten *passiven Funkfeßverfahren* werden sie zur vertikalen Ablenkung eines Elektro-

nenstrahls benutzt, der, beginnend mit der Ausstrahlung des Impulses, von links nach rechts gleichmäßig über den Bildschirm einer Kathodenstrahlröhre wandert. Es entsteht eine leuchtende Linie mit charakterist. Zacken an den Stellen zurückgekehrter Echoimpulse. Durch eine Entfernungsskala



Funkfeßtechnik: 1 Blockschaltbild eines Radargerätes. 2 Einfaches Verfahren zur Entfernungsmessung; a ausgestrahlter Impuls, b Echoimpuls. 3 Verfahren zur Höhen- und Entfernungsmessung.

wird der Bildschirm geeicht. Bei den ganz anders arbeitenden *Rundsuch-, Rundumsuch- oder Panorama-*geräten steuert die zurückkommende Impulsspannung die Intensität des Elektronenstrahls. Diese Geräte arbeiten mit einem rotierenden, scharf bündelnden Antennensystem (etwa 10 Umdrehungen/min), so daß der Peilstrahl die ganze Umgebung nacheinander abtastet. Der vom Elektronenstrahl erzeugte leuchtende Punkt wandert jeweils von der Mitte des etwa 50 cm großen Leuchtschirms zum Rande; dabei ändert sich seine Laufrichtung synchron mit der Richtung des abtastenden Peilstrahls. Längs jedes durchlaufenen Radius erscheinen die Echos als mehr oder weniger verstärkt leuchtende Punkte, während echolose Stellen nicht aufleuchten. Der Leuchtstoff leuchtet so lange nach, bis der Elektronenstrahl erneut die gleiche Stelle überstreicht. Das Ergebnis ist eine richtungs- und entfernungsgetreue Abbildung der reflektierenden Gegenstände, die sich in der vom Funkfeßgerät abgetasteten Umgebung befinden. Eine *Radarvision* genannte Neuentwicklung der Rundsuchgeräte ermöglicht das gleichzeitige Erfassen der im Beobachtungsbereich befindl. Objekte. Die vom Sender nach allen Richtungen ausgestrahlten Impulse werden vom Hindernis reflektiert, von Detektoren aufgefangen und auf den Leuchtschirm projiziert.

Bei einem Sonderverfahren zur Höhen- und Entfernungsmessung von Flugzeugen wird der im Rhythmus der Impulse von links nach rechts wandernde Elektronenstrahl synchron mit dem auf und ab schwenkbaren Richtantennensystem nach oben und wieder nach unten abgelenkt.

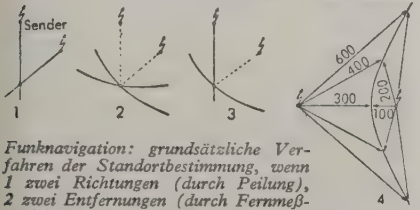
Bei *aktiven Verfahren* ist das Objekt mit Empfänger und Sender ausgestattet: Der Sender sendet die vom Empfänger aufgenommenen Zeichen besonders moduliert oder auf einer abweichenden Frequenz zur Meßstelle zurück (*Funkfeß-Kenngerät*).

Anwendung: Kollisionsschutz für die Schifffahrt (*Fluß- und Hafenradar*), Erfassung und Ortung von Schiffen und Flugzeugen auf große Entfernung (bis 300 km) und unabhängig von Witterungs- und Sichtverhältnissen, militär. Sonderverfahren für Tag- und Nachtjagd, Feuerleitung von Flakbatterien und Steuerung der Flugbahn von Raketen, zur genauen Entfernungsmessung im Planetensystem (wichtig für den Abschuss von Raketen nach den nächsten Planeten), in der → Funknavigation, für Zwecke der Flugsicherung, bes. für Blindlandungen (→ Blindflug), zum frühzeitigen Erkennen von Wolkenbildungen, Gewitterfronten, Sturmzentren u. a. (*Wetterradar*), zur Geschwindigkeitsüberwachung, Zählung der Fahrzeuge, Steuerung von Verkehrs-

signalanlagen. Mit Funkmeßkenngeräten werden heute z. B. Schiffe, Funkbaken usw. ausgestattet.

W. BOPP – G. PAUL – W. TAEGER: Radar (1962).

Funknavigation (TAFEL Funkmeßtechnik und Funknavigation), Verfahren der Navigation in See- und Luftfahrt, um Kurs, Uhrzeit und Standort mit Hilfsmitteln der Funkmeßtechnik und der Funkpeiltechnik zu finden. Die *Uhrzeit* kann durch Zeitzeichen festgelegt und kontrolliert werden. Der *Kurs* läßt sich durch eine Messung des Azimuts nach einem der verschiedenen Peilverfahren (→ *peilen*) bestimmen. Zwei Messungen des Azimuts



Funknavigation: grundsätzliche Verfahren der Standortbestimmung, wenn 1 zwei Richtungen (durch Peilung), 2 zwei Entfernungen (durch Fernmeßverfahren), 3 eine Richtung und eine Entfernung bekannt sind, 4 Hyperbel als Ort gleicher Entfernungsunterschiede zweier Sender vom Empfänger.

(BILD 1) oder zwei Messungen der Entfernung (BILD 2), meist nach einem Funkmeßverfahren (→ Funkmeßtechnik), oder auch je eine Entfernungs- und eine Azimutbestimmung (BILD 3) erlauben nach den Gesetzen der Trigonometrie eine rasche *Standortbestimmung*. Sender, die speziell für Fremd- und Mischpeilungen unterhalten werden, sind die → *Funkfeuer*. Bei der in den Verein. Staaten entwickelten *Hyperbelnavigation* werden zur Bestimmung der Standlinien keine Strahlazimute (rechtweisende Richtungen der Strahlenbündel), sondern Laufzeitdifferenzen von Wellen zweier oder mehrerer Sender benutzt. Alle Orte gleichen Entfernungsunterschiedes zwischen zwei Punkten liegen auf einer Hyperbel (BILD 4). Zu den Hyperbelverfahren gehören das → *GEE-Navigationsverfahren*, das → *Decca-Navigationsverfahren* und das bes. für die „Langstrecken“-Navigation (*long range*, engl.) geeignete → *Loran-Navigationsverfahren*.

Die *Kurzstreckennavigation* von Flugzeugen in dicht belegten Gebieten kann durch ein Netz von Funkmeßgeräten am Boden unterstützt werden, die alle Flugzeuge des Bereichs orten. Diesen Flugzeugen wird dann durch Funk, Bildtelegraphie oder Fernsehen (→ *Teleran-Navigationsverfahren*) Standort, Kurs und Höhe des eigenen sowie anderer Flugzeuge in der Nachbarschaft mitgeteilt.

W. STANNER (u. Mitarb.): Leitfaden d. Funkortung (*1960).

Funksprechgerät, Gerät für drahtlose Telephonie über kurze und mittlere Entfernungen.

F. für den Grenzfrequenzbereich 1500 bis 5000 kHz (200 bis 60 m) werden auf Fischereifahrzeugen, Eisbrechern, Wasserschutzpolizei- und Zollgrenzschutzbooten u. a. benutzt. Reichweite über See bis 400 km, Senderleistung etwa 20 W, Amplitudenmodulation. *F. für den UKW-Bereich* 30 bis 300 MHz (10 bis 1 m) werden für den Land- und Wasserstraßen-Funkdienst, für Funkdienste der Feuerwehr, Polizei, des Zolls und Militärs, für Funkdienste der Eisenbahnen, Versorgungsunternehmen, Berg- und Hüttenwerke, der chem. Industrien, Baggerreedereien usw. eingesetzt. Reichweite etwa 25 km, die Senderleistung 4 bis 20 W; Amplituden- oder Frequenzmodulation. *Tragbare F.* für Polizei- und Zollstreifen, Rettungsdienste, Entstörungstrupps u. dgl.; Frequenzbereich 70 bis 87,5 oder 156 bis 174 MHz; Senderleistung 0,3 bis 0,5 W, Frequenzmodulation. Für Rundfunk-Reportagezwecke dienen Sender mit 0,05 bis 0,5 W Leistung, Reichweite 0,3 bis 1,5 km (*Schnurlose Mikrophone*).

Funktechnik, der Zweig der → *Nachrichtentechnik*, der sich mit der drahtlosen Übermittlung

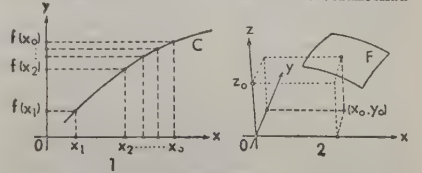
von Signalen, Nachrichten, Bildern u. dgl. mit Hilfe elektromagnet. Wellen befaßt, → *Rundfunktechnik*, → *Fernsprecher*, → *Telegraphie*, → *Bildfunk*, → *Fernsehen*.

O. LIMANN: Funktechnik ohne Ballast (*1962); H. PITTSCH: Lehrbuch der Funkempfangstechnik Bd. 1 (*1963), Bd. 2 (1960); K. O. SCHMIDT: F. (1960).

Funktion, MATHEMATIK: eine Zuordnungsvorschrift, durch die jedem Element einer bestimmten Menge (*Definitionsbereich* der *F.*) ein Element oder mehrere Elemente (*F.-Weite*) einer anderen Menge zugeordnet werden. Die Menge aller von der *F.* angenommenen Werte heißt der *Wertevorrat* der *F.* In der symbolischen Schreibweise $x \rightarrow f(x)$ für diese Zuordnung nennt man x die *unabhängige Veränderliche* oder *Variable* oder das *Argument* der Funktion *f*. Beispiele von *F.* werden durch folgende

$$\text{Rechnenausdrücke gegeben: } f(x) = 3x^2 + 7, \quad \frac{7x^3 + 2x}{9x^2 + 1},$$

$\sin x$, $\log x$. *Eindeutige F.* einer Veränderlichen lassen sich mitunter durch eine ebene Kurve veranschaulichen



Funktionen

lichen (BILD 1): Der Zahl x_1 auf der *x*-Achse ist durch die Kurve eine Zahl $f(x_1)$ auf der *y*-Achse zugeordnet, der Zahl x_2 eine Zahl $f(x_2)$ usw.

Neben *F.* einer Veränderlichen betrachtet man auch *F.* mit 2 oder mehr Veränderlichen. *F.* zweier Veränderlichen lassen sich mitunter durch Flächen im Raume darstellen, die jeder Stelle (x_0, y_0) eines gewissen Bereiches der *x, y*-Ebene (des *Definitionsbereiches* der Funktion *f*) eine Zahl z_0 eindeutig zuordnet (BILD 2).

Eine weitere Verallgemeinerung ist der Übergang zu mehrdeutigen *F.* So ist z. B. die durch den Rechenausdruck $\sqrt{x}$ definierte *F.* $f(x) = \sqrt{x}$ im obigen Sinne solange keine *F.*, wie noch nicht über das Vorzeichen der Wurzel entschieden ist. Man sagt aber, daß auch $\sqrt{x}$ eine *F.*, genauer eine *zwei-deutige F.* sei, indem man auch solche Zuordnungsvorschriften als *F.* definiert (*mehrdeutige F.*), bei denen die Zuordnung zwar nicht mehr eindeutig, aber doch in einer genau zu überschenden Weise vieldeutig ist. – Wenn nicht nur jedem Wert x_0 der Veränderlichen *x* eindeutig ein Funktionswert $f(x_0)$ zugeordnet ist, sondern darüber hinaus noch jeder Funktionswert nur an einer Stelle x_0 des Definitionsbereiches angenommen wird, spricht man von einer *umkehrbar eindeutigen F.* $f(x)$ besitzt dann eine *Inverse* oder *Umkehr-F.* $\varphi(y)$, die darin besteht, daß man jedem Element y_0 des Wertevorrates von *f* als Funktionswert $\varphi(y_0)$ jetzt diejenige, nach Voraussetzung einzige, Stelle x_0 des Definitionsbereiches von *f* zuordnet, für die $f(x_0) = y_0$ gilt. *Monoton zunehmende F.*, wie die in BILD 1 sind umkehrbar. – *Periodisch* mit der Periode *a* nennt man eine Funktion $f(x)$, wenn für jede Stelle des Definitionsbereiches der Funktion *f* gilt $f(x + a) = f(x)$.

Große Bedeutung besitzen die *stetigen F.*, z. B. zur Beschreibung von Bewegungen, bei denen man den zurückgelegten Weg der vergangenen Zeit zuordnet. Man nennt eine *F.* *stetig* bei x_0 , wenn für jede Folge von Punkten $x_1, x_2, x_3, \dots$ auf der *x*-Achse, die gegen x_0 konvergiert (→ *Grenzwert*), gilt, daß die zugehörige Folge der Funktionswerte $f(x_1), f(x_2), f(x_3), \dots$ gegen $f(x_0)$ konvergiert (BILD 1). Keineswegs ist jede *F.* stetig, z. B. nicht die durch den Rechenausdruck $f(x) = \sin \frac{1}{x}$ gegebene bei $x_0 = 0$. – Unter den stetigen *F.* spielen die *differen-*

funktionelle Gruppen – Futtermauer

zierbaren F. (→ Differentialrechnung) in der Mathematik und deren Anwendungen eine besondere Rolle.

LIT. → Differentialrechnung.

funktionelle Gruppen, in organ.-chem. Verbindungen leicht in Reaktion tretende Atome oder Atomgruppen. Die Zahl der in einem Molekül vorhandenen f. G. ist die *Funktionalität*.

Funktionentheorie, der Teil der Mathematik, der sich ausschließlich mit der Lehre von denjenigen → Funktionen einer komplexen Veränderlichen befaßt, die mit Ausnahme endlich vieler Stellen überall differenzierbar sind, deren Definitionsbereich und deren Wertevorrat also aus komplexen Zahlen bestehen. Die Differenzierbarkeit für eine Funktion einer komplexen Veränderlichen ist zwar ähnlich erklärt wie die Differenzierbarkeit einer Funktion einer reellen Veränderlichen (→ Differentialrechnung), doch bedeutet sie hier eine viel stärkere Bindung der einzelnen Funktionswerte aneinander als dort, so daß z. B. zwei solche Funktionen, die in einem noch so kleinen Gebiet der Gaußschen Zahlenebene oder auch nur auf einem Stück einer Geraden in ihr übereinstimmen, bereits überall durch die gleiche Zuordnungsvorschrift ausgedrückt werden (Prinzip der *analytischen Fortsetzung* einer Funktion auf die ganze Zahlenebene). Dadurch bietet die F. bei aller Vielfältigkeit ein geschlossenes Ganzes. Die gebräuchlichsten Funktionen einer reellen Veränderlichen, wie z. B. die Polynome, die rationalen und die trigonometrischen Funktionen, die Exponentialfunktionen und der Logarithmus, sind der Behandlung durch die F. zugänglich, weil sie sich von der reellen Geraden aus in die ganze Gaußsche Zahlenebene hinein analytisch fortsetzen lassen.

CAUCHY, WEIERSTRASS und RIEMANN sind die Hauptbegründer der F.

L. BIBBERBACH: Einf. i. d. F. (*1959); C. CARATHÉODORY: F. (Bd. I *1960, Bd. II *1961).

Furfuröl, *Furol*, $C_6H_8O(CHO)$, ein Aldehyd des Furans, eine farblose, angenehm riechende Flüssigkeit. F. entsteht reichlich beim Erhitzen von Pentosen und pentosehaltigen Kohlenhydraten mit verdünnter Salzsäure oder durch Destillation von Kleie mit Schwefelsäure. Verwendung: als Lösungsmittel für Rohöl, Ausgangsmaterial in der chem. Industrie.

furnieren, das Belegen von Holz und Holzwerkstoffen mit dünnen Platten (*Furnieren*) aus edlem Holz (Mahagoni, Kirschbaum, Birke, Rosenholz, Palisander u. dgl.). Als *Blindholz* dient meist gut getrocknetes Nadelholz. *Furnierplatten* sind → Sperrholz aus mindestens 3 Lagen recht- oder spitzwinklig übereinandergeschichteter, verleimter Furniere. *Sägefurniere* werden nur noch in Dicken über 3 mm hergestellt. *Messerrfurniere* (0,05–10 mm) schneidet man auf der *Furniermessermaschine*, kurz *Messer* genannt (BILD 1). *Schälrfurniere* werden auf der *Furnierschälmaschine* hergestellt, die mit Baumstämmen nach dem Drehbankprinzip arbeitet (BILD 2). *Furnierscheren* zerschneiden das Furnier-

band in 0,1 bis 2 m breite Furniere. Die *Naßscheren* dienen zum Zerschneiden des feuchten Schälrfurnierbandes, sie schneiden die Furniere einzeln. Dagegen schneiden die *Paketscheren* viele aufeinanderliegende Messer- oder trockene Schälrfurniere paketweise gerade; sie sind mit einem Druckbalken ausgerüstet, der die Furnierpakete vor dem Schnitt zusammenpreßt. – Die *Tapingmaschinen* verbinden die Furniere, indem sie Kraftpapierstreifen auf die Fugen kleben. Bei den übrigen *Furnierzusammensetzmaschinen* werden die z. T. schon beim → Fügen mit Leim beschmierten Furnierkanten durch Wärme- einwirkung miteinander verleimt. Nasse Furniere werden in Kammern oder Kanälen mit künstl. Belüftung und Beheizung getrocknet, durch die die nassen Furniere kontinuierlich auf endlosen Drahtbändern oder mit Hilfe von angetriebenen Walzenpaaren transportiert werden.

J. BITTNER u. L. KLOTZ: Furniere, Sperrholz, Schichtholz, 2 Bde. (*1951); F. KOLLMANN: Furniere, Lagenhölzer u. Tischlerplatten (1962).

Fuselöl, eine Gruppe von Nebenerzeugnissen der alkoholischen Gärung, die bei der Rektifikation des Rohbrandtweines gewonnen werden. Das F. besteht zum größten Teil aus höheren Homologen des Äthylalkohols, wie Propyl-, Isobutyl- und bes. Amylalkohol, und bildet sich aus → Aminosäuren.

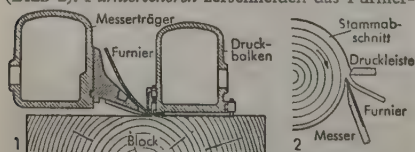
Fusion, *Kernfusion*, → Kernverschmelzung.

Fußböden, alle begehbaren Flächen. F. in KELLERN und SCHUPPEN sind: *Lehmestrich*, *Ziegelfläch-schicht* in Sand, *Zementestrich* auf Unterbeton, *Asphaltestrich* auf Unterbeton. – In WOHNRÄUMEN verwendet man: *Holzdielen* auf Balken oder Lagerhölzern; *Stab-F.* (*Parkett*) mit genormten Maßen (Kurzriemen 300–750 mm, Langriemen 800–2000 mm, mit Nut und Feder), → Parkett; ferner → Linoleum; *Stragula*, ein wenig widerstandsfähiger, lose aufzu- legender F.-Belag aus Wollfilzpappe, die imprä- gnieret und mit Ölfarbe bedruckt wird; *Gummi*, sehr widerstandsfähig, wird auf Holz- oder Massivböden aufgeklebt; gepreßte *Korkplatten*. Bitumen-Kunst- harz-Asbest-Platten, sehr widerstandsfähig, werden auf Estrich verlegt. – Spachtelmassen für *fugenlose F.-Beläge* werden aus Polymerisaten hergestellt (→ Kunststoffe). Ein weiterer fugenloser F.-Belag ist → Steinholz. Aus Säge- und Hobelspänen oder Holzfasern werden mit Kunstharz- oder minera- lischen Bindemitteln *Hartplatten* hergestellt und als F. verlegt. – In KÜCHEN, BÄDERN, FLUREN verlegt man *F.-Fliesen*, glatte oder gerippte, verschieden geformte Plättchen aus bis zur Sinter- ung gebranntem, hydraulisch zusammengepreßtem trockenem Tonmehl; ferner *Terrazzo*, → Kunst- steine. *Stampfasphaltplatten* werden in Zementmör- tel verlegt und gefügt, mit fettsäurefreiem Spezial- wachs gebohnt. – In VORRÄUMEN, FLUREN, WIN- TERGÄRTEN usw. verlegt man *Natursteinplatten* aus Solnhofener Jurakalk, Wesersandstein, Marmor, Muschelkalk, Schiefer.

UNTERBÖDEN für Linoleum, Gummi, Spachtel- massen, gepreßte Holzfasern sind *Zement- estrich*, *Asphaltestrich*, *Gipsestrich*, *Holzbeton* aus Portlandzement und mineralisierten Säge- oder Hobelspänen als Zuschlagstoffen, auch mit Magne- sit oder Gips als Bindern, *Korkplatten* und -*matten* und *schwimmende Estriche* (→ Estrich).

Fußleisten werden angebracht als Wandschutz und zur Deckung der Fuge zwischen → Fußboden und Wand; meist aus Holz.

Futtermauer, die Stützmauer einer Böschung oder eines Tunnelleingangs.



furnieren: 1 Herstellung von Messerrfurnieren, 2 sche- matische Darstellung des Schälens.

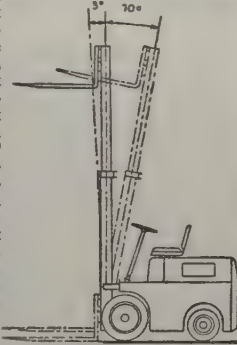
G, vor Kurzzeichen für Mafseinheiten: *Giga* (= $10^9 = 1$ Milliarde); Abk. für → Gauß.

g, Zeichen für die Fallbeschleunigung (→ Fall); als Mafseinheit: Gramm. **g** (hochgestellt), Abk. für Neugrad.

Ga, chem. Zeichen für → Gallium.

Gabbro, ein meist dunkelgraues, körniges basisches Tiefengestein, das chemisch dem Basalt entspricht. Seine Hauptbestandteile sind weißlicher bis grauer anorthitreicher Plagioklas und Diallag.

Gabelstapler, ein Vier- oder Dreiradkarren mit Elektro- (→ Elektrofahrzeug) oder Dieselantrieb (Dieselkarren) und einer an einem Hubgerüst durch Drucköl auf und ab gleitenden Gabel zum Stapeln oder Entstapeln oder Verladen von Stückgütern über Höhen von etwa 2 bis 5 m. Die Gabel kann durch eine schwenkbare Schaufel für Massengüter, eine Greifzange für Ballen, Rollen, Fässer und aufgeschichtete Steine, einen Dorn für Rohre, Ringe und Drahtbünde ersetzt sein. Das Kennzeichen eines G. ist die Neigbarkeit durch Drucköl des meist ausziehbaren Hubgerüsts bis 10° zurück beim Transportieren der Last und bis 3° nach vorn zum Absetzen oder Aufnehmen von hoch zu stapelnden Lasten. Der G. unterfährt mit der Gabel die Last, hebt sie an und setzt sie oben ab oder umgekehrt. Wegen seiner großen Wirtschaftlichkeit wird der G. in großem Umfang verwendet.



Vierrad-Gabelstapler

Gadolinium, **Gd**, chem. Element aus der Gruppe der → Lanthaniden; Ordnungszahl 64, Massenzahlen 156, 158, 155, 157, 160, 154, 152, Atomgewicht 157,25; Schmelzpunkt, Siedepunkt und Dichte sind nicht genau bekannt. Darstellung in 99%iger Reinheit ist unter hohem Aufwand möglich.

galaktisch, auf das Milchstraßensystem bezüglich oder zu diesem gehörig (→ Milchstraße).

Galaktose, $C_6H_{12}O_6$, eine Zuckerart, und zwar eine Aldohexose, dem Traubenzucker stereoisomer, entsteht neben Traubenzucker bei der Spaltung des Milchkuckers, ferner aus manchen pflanzl. Polysacchariden (Galaktane, Raffinose).

Galakturonsäure, durch Oxydation aus der → Galaktose entstehende Aldehyd-Karbonsäure, deren Moleküle, kettenförmig miteinander verknüpft, als **Polylakturonsäuren** Baustoffe der → Pektine sind.

Galaxis, die Milchstraße. **Galaxien** werden übertragen auch allgemein die → Sternsysteme genannt.

Galenit, → Bleiglanz.

Galilei, Galileo, italien. Physiker, einer der Begründer der neuzeitl. Naturwissenschaft, * 1564, † 1642, war Prof. in Pisa und Padua und Hofmathematiker in Florenz. Er konstruierte 1586 eine hydrostat. Waage und 1597 einen Proportionalzirkel, fand 1609 die Fall- und Pendelgesetze und die Wurfparkel und baute 1609 ein Fernrohr, mit dem er 1610 die Unebenheiten der Mondoberfläche, die Zusammensetzung der Milchstraße, vier Monde des Jupiter, die Phasen der Venus u. a. m. und 1611 die Sonnenflecken entdeckte. Diese Entdeckungen waren wesentlich. Stützen für die kopernikanische Lehre, für die sich G. 1613 offen einsetzte. 1615/16 fand in Rom der erste Inquisitionsprozeß gegen G. statt. Wegen des 1632 veröffentlichten „Dialogs über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme“, einer Ver-

teidigung des kopernikanischen Systems, wurde G. 1633 zum zweitenmal für die Inquisition berufen und mußte die kopernikan. Lehre abschwören. Seine physikal. Entdeckungen veröffentlichte G. 1638 in den „Unterredungen über zwei neue Wissenschaften“ (TAFEL Naturforscher und Erfinder).

E. WOHLWILL: G. u. s. Kampff d. Kopernikan. Lehre, 2 Bde. (1910–26); L. OLSCHKE: G. u. s. Zeit (1927). **Galilei**, abgek. **Gal**, die Beschleunigungseinheit cm/s^2 , in der Geophysik als Maß der Schwerebeschleunigung benutzt.

Galilei-Transformation, → Relativitätstheorie.

Gallerte, **Gallert**, Lösungen aus mineralischen, pflanzlichen oder tierischen Stoffen, die beim Abkühlen zu halbfesten Massen erstarren. Hauswirtschaftlich wichtige Formen von G. (zur Herstellung von Geleespeisen) erhält man aus Gelatine, Agar-Agar, Pektin, Karragen, Isländischem Moos. G. liefern auch Saft oder Mus vieler Früchte (Marmelade, Fruchtgelee) durch ihren Pektin Gehalt, der sich bes. in Äpfeln (Schale, Kerngehäuse), Himbeeren, Johannisbeeren und Zitrusfrüchten findet. Zu Sülze, Aspik u. dgl. verwendbare tierische G. erhält man durch Abkochen von Kalbs- oder Schweinsfußknorpeln. Kolloidchemisch gehören die G. zu den Gelen (→ Kolloide).

Gallium, **Ga**, chem. Element, Metall; Ordnungszahl 31, Massenzahlen 69, 71, Atomgewicht 69,72; Schmelzpunkt $29,8^\circ\text{C}$, Siedepunkt 2064°C , Dichte im flüss. Zustand $5,9 \text{ g/cm}^3$. Vorkommen: als Beimengung im Germanit, einem Germaniummineral, in der Zinkblende und im Mansfelder Kupferschiefer. Die beiden letztgenannten Mineralien enthalten nur sehr geringe Anteile von G. Dennoch wird elementares G. aus wirtschaftl. Gründen (Nebenprodukt bei der Aufarbeitung) meist aus einem dieser beiden Erze gewonnen. Im festen Zustand hat G. bleiartiges, im flüssigen silberglänzendes Aussehen. Festes G. läßt sich plastisch, z. B. durch Hämmern, verformen. Flüssiges G. benetzt Glas und Porzellan. Für manche Zwecke kann man Quecksilber vorteilhaft durch G. ersetzen, z. B. in Thermometern wegen des höheren Siedepunktes oder in Zahnfüllungen (**Wiga-Metall**, aus G., Wismut und Zinn) wegen seiner Ungiftigkeit. G. wird auch in Metallampfen verwendet. In seinem chem. Verhalten ähnelt es dem Aluminium.

Gallussäure, 3, 4, 5-Trioxibenzoessäure, kommt in den Galläpfeln, im Tee und in verschiedenen Drogen vor. Ihr basisches Wismutsalz, **Dermatol**, dient als keimtötender Wundstreupuder.

Galmel, bergmännische Bezeichnung für Kieslitzinker und Zinkspat.

Galois, Evariste, französ. Mathematiker, * 1811, † 1832 (beim Duell), begründete mittels gruppentheoret. Betrachtungen eine neue Theorie der algebraischen Gleichungen.

Galois-Theorie, eine Theorie der Auflösung algebraischer Gleichungen nach E. GALOIS. Auch einige geometr. Probleme, wie die **Dreiteilung des Winkels**, die **Würfelverdoppelung** (→ Delisches Problem) und die **Konstruktionen mit Zirkel und Lineal**, lassen sich, mit der Methode der analyt. Geometrie in algebraische Fragen übersetzt, durch die G.-T. lösen. – Nach der G.-T. ist die Auflösung einer algebraischen Gleichung äquivalent der Konstruktion ihres algebraischen → Körpers, den man mit Hilfe der Gruppe der Vertauschungen der Wurzeln untereinander (**Galoissche Gruppe**) aufbauen kann. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, daß sie die Beziehungen zwischen Körpern mit ihren **zwei** Kompositionen „Addition“ und „Multiplikation“ durch Beziehungen zwischen Gruppen mit ihrer **einen** Komposition ersetzt.

B. L. v. D. WAERDEN: Algebra, 1 (*1960).

Galtonpfeife, eine Pfeife zur Erzeugung von Ultraschall (bis 100 kHz). Luft strömt mit hoher

Geschwindigkeit aus einer engen Ringdüse gegen eine Schneide; die dabei periodisch entstehenden Wirbel regen einen Resonator an, der desto kleiner sein muß, je größer die Schallfrequenz sein soll. Die Länge der Luftsäule läßt sich mikrometrisch ändern. Die G. wird bei der Entstaubung von Abzugsgasen benutzt.

Galvani, Luigi, italien. Naturforscher, * 1737, † 1798, seit 1766 Anatomie-Prof. in Bologna, entdeckte 1786 bei Versuchen mit Froschschenkeln die nach ihm benannte **galvanische Elektrizität** (*Galvanismus*), die durch chemische Wirkung zwischen einem Metall und einem Leiter zweiter Klasse, z. B. einer verdünnten Säure, entsteht. Die richtige Erklärung seiner Entdeckung gab VOLTA (1796ff.).

galvanisch heißt eine elektr. Verbindung durch direkte Berührung (leitende Verbindung). G. Bad, Metallsalzlösung zum **Galvanisieren** (→ Galvano-technik).

galvanische Elemente, elektrische Elemente, Primärelemente im Unterschied zum → Akkumulator als Sekundärelement, sind elektrochem. Stromquellen, die unmittelbar, ohne geladen zu sein, elektr. Strom abgeben können. Sie bestehen aus zwei Elektroden (Metall oder Kohle), die in Salz- oder Säurelösungen eintauchen (→ Elektrolyse). Von der Oberfläche eines Metalls in eine Metallionen enthaltende Lösung hinein besteht ein **Ionenruck**, dem aus der Lösung heraus ein **osmotischer Druck** der Metallionen entgegensteht. Je nach der Größe der beiden Kräfte, die von der chem. Natur von Metall und Elektrolyt abhängt, gehen Kationen aus dem Metall in Lösung – das Metall läßt sich negativ auf – oder schlagen sich Kationen aus der Lösung auf dem Metall nieder und laden es positiv auf. In beiden Fällen besteht nach Eintritt des Gleichgewichts eine elektr. Spannung. Praktisch benutzt man zwei voneinander isolierte Metallelektroden als Pole. Der bei Stromentnahme ablaufende chem. Vorgang wird durch die Art des inneren Aufbaues des g.E. vorwiegend **reversibel** geleitet. Die entnommene elektr. Arbeit ist im wesentlichen gleich dem Äquivalent der Reaktionswärme, die der gleiche Prozeß abgeben würde, wenn er von selbst und **irreversibel** etwa im Reagenzglas vor sich ginge.

Die Spannung nimmt beim Betrieb durch Konzentrationsänderungen (**Konzentrationspolarisation**) und durch die sehr störende Wasserstoffabscheidung an der Kathode (**chemische Polarisation**) ab. Die Abscheidung von Wasserstoff unterdrückt man durch einen Zusatz von Sauerstoff abgebenden Chemikalien (**Depolarisatoren**) oder durch Anwendung eines besonderen Elektrolyten an der Kathode, aus dem an Stelle des Wasserstoffs andere Ionen entladen werden, wobei die beiden Elektrolyte durch eine poröse Tonzelle getrennt oder einfach übereinander geschichtet werden (**Konzentrationselemente**). Durch solche Maßnahmen sind im Unterschied zum Volta-Element eine Reihe konstanter Elemente entwickelt worden: **Daniell-, Bunsen-, Chromsäure-, Lalande-, Leclanché-Element** u. a. Praktische Bedeutung hat allein das als **Trockenelement** gebaute Leclanché-Element, bei dem der positive Pol durch einen von Braunerstein umgebenen Kohlestab gebildet wird, während der negative Pol aus amalgamiertem Zink besteht. Der Elektrolyt, eine Ammoniumchloridlösung, wird eingedickt. Trockenelemente werden zu Batterien zusammengeschaltet.

Normalelemente dienen als Spannungsnormale; das beständige ist das **Weston-Element**, das bei 20°C eine Spannung von 1,01865 V_{abs} besitzt (BILD).

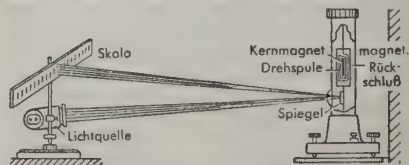
R. HUBER: Trockenbatterie (1958).

Galvano, eine durch Elektrolyse hergestellte Abformung von Schriftsatz oder Druckstöcken zur

Schonung des Originals oder Gewinnung von Duplikaten (→ Galvanotechnik).

Galvanometer, ein hochempfindl. elektr. Meßinstrument zum Nachweis sehr niedriger Spannungen oder sehr schwacher Ströme oder, als Nullinstrument, z. B. bei Meßbrücken und Kompensatoren, des Zustandes der Stromlosigkeit. Gleichstrom-G. älterer Ausführung sind die Urform des → Drehmagnetinstrumentes (**Nadel-G.**). Heute wirken G. fast durchweg wie → Drehspulinstrumente. Es gibt auch spitzengelagerte Zeiger-G. für geringere Ansprüche.

Das **Spiegel-G.** besteht im wesentlichen nur aus einem Magnetsystem und drehbarem Organ nebst feinem Spiegel (BILD). Neuer ist das **Lichtmarken-**



Galvanometer: Schema eines Spiegelgalvanometers mit Kernmagnetsystem

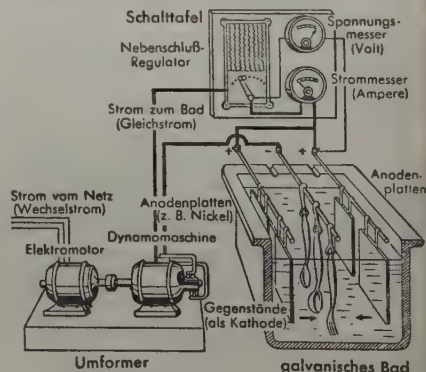
G., das zwar kürzeren Lichtzeiger hat, bei dem aber Meßwerk und optisches System zusammengebaut sind. Kurze Stromstöße werden mit **ballistischen G.** gemessen, deren Drehspule ein durch Gewichte erhöhtes Trägheitsmoment hat, indem die in der Entladezeit abfließende Elektrizitätsmenge einen verhältnismäßigen Ausschlag bewirkt. Beim **Saiten-G.** besteht das bewegl. Organ nur aus einem versilberten Quarzfaden, der als Stromleiter zwischen den Polen eines Magneten gespannt ist, bei Stromdurchgang senkrecht zu den Kraftlinien ausweicht und mit einem Mikroskop beobachtet wird.

Ein Gerät nach Art des G., das nur das Vorhandensein eines Stromes anzeigt, heißt **Galvanoskop**. Für Wechselstrom verwendet man → Vibrationsgalvanometer.

E.-G. SCHLOSSER – K.-H. WINTERLING: G. (1960).

Galvanotechnik, die Herstellung von metallischen Niederschlägen durch → Elektrolyse auf Metallen oder auf oberflächlich stromleitend gemachten nichtmetallischen Gegenständen oder Formen.

1) **Galvanostegie, Elektroplattieren**. Die metall. Gegenstände werden als Kathode (Minuspol) in das Bad, eine Lösung eines Salzes des niederzuschlagenden Metalls, eingehängt; als Anode (Pluspol) benutzt man meist eine Platte desselben Metalls. Durch Anschluß an eine Gleichspannung (bis etwa 20 V) wird die Platte in dem Maße gelöst, wie Metall niedergeschlagen wird. Niederschlagsmenge und -stärke kann aus Stromstärke und Zeit nach dem **Faradayschen Gesetz** berechnet werden. Auf un-



Galvanotechnik: Schema einer Anlage

edleren Metallen oder in Berührung mit solchen kann man auch ohne Stromzufuhr edlere Niederschläge (*Tauch-, Ansiede- oder Kontaktverfahren*); solche Niederschläge sind aber nur dünn, nicht kontinuierlich und wenig haltbar.

2) **Galvanoplastik** dient zur Herstellung von Druckstöcken (*Galvano, Elektrotypen*), Kopien von Medaillen, Altertumsfunden, aber auch von Klein- und Großplastiken, Matrern von Schallplatten usw. Die Formen werden aus Weichblei, Wachs, Gutta-percha, Zelluloid od. dgl. hergestellt, die nichtmetallischen durch Überstäuben mit einer Graphitschicht elektrisch leitend gemacht. Das weitere Verfahren ist wie bei der Galvanoplastik. Die Niederschläge werden schließlich abgelöst und meist durch Hintergießen mit Blei verstärkt.

Die Bäder sind teils saure, meist schwefelsaure, z. B. für *Kupfergalvanoplastik, Vernickeln*, teils alkalische oder zyanalkalische, z. B. für *Verkupferung, Versilberung, Vergoldung, Verkadmung, Verzinnung, Verzinkung*. *Verchromt* wird nicht aus Salz-, sondern aus Chromsäurelösung mit einem Fremdsäurezusatz (meist Schwefelsäure). Bes. Bedeutung hat die Hartverchromung von Maschinenteilen und Werkzeugen. J. BILLITER: G. (1957); W. ROGGENDORF: Prakt. G. (1958).

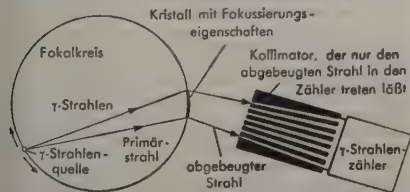
Gamma, γ , 1) Masseneinheit: $1\gamma = 10^{-6}\text{g}$. 2) Einheit der magnet. Flußdichte: $1\gamma = 10^{-9}$ Gauß.

Gammafunktion, eine Funktion, die eine Art Verallgemeinerung des Begriffes der $\rightarrow$ Fakultät auf nichtnatürliche Zahlen darstellt. Eine Integraldarstellung der G. ist das *Eulersche Integral*

$$\gamma(x) = \int_0^{\infty} e^{-t} t^{x-1} dt.$$

E. ARTIN: Einf. in die Theorie der G. (1931).

Gammastrahlen, γ -Strahlen, die bei Atomkernumwandlungen auftretende elektromagnetische Strahlung mit Wellenlängen der Größenordnung 10^{-9} cm bis 10^{-14} cm. Früher waren die G. allein durch ihre zwischen Röntgenstrahlen und kosmischen Ultrastrahlen liegenden Wellenlängen genügend gekennzeichnet. Da man heute jedoch bereits Röntgenstrahlen erzeugen kann, die mit ihren Wellenlängen den Gesamtbereich der G. überdecken, ist die Wellenlänge nur eines der Merkmale der G.; ihr Hauptmerkmal ist ihre besondere Entstehungsweise. G. entstehen dann, wenn die durch eine Umwandlung entstehenden Atomkerne zunächst in einem angeregten Zustand von nur begrenzter Lebensdauer zurückbleiben: Der einzelne Kern gibt dann seine Anregungsenergie in Form von Gammastrahlung ab, wobei eines oder auch mehrere *Gammaquanten* (entsprechend $\rightarrow$ Lichtquanten) von ganz bestimmter Energie ausgesandt werden können.



Gammastrahlspektrometer nach Dumond (schemat.)

nen. In manchen Fällen übertragen die G. sofort nach dem Verlassen des Kerns ihre Energie wieder einem Hüllenelektron, das darauf die Elektronenhülle verläßt. Man beobachtet dann Elektronen mit scharf definierten Energien. Zur Bestimmung der Quantenenergien von G. mit dem *G.-Spektrometer* läßt man die G. auf geeignete Materialien treffen und dabei durch den Photoeffekt Sekundärelektronen auslösen, die die ganze Quantenenergie der G. übernehmen. Die Elektronen werden durch ein Blendsystem in ein homogenes Magnetfeld geleitet, in dem die Bahnkrümmung dieser Teilchen und damit ihre Energie bestimmt wird. Wenn die G. nach dem Verlassen des Atomkerns eine „innere

Umwandlung“ erfahren, so kann man die Energien der Umwandlungselektronen direkt messen und damit wiederum die Quantenenergie ermitteln. Eine direkte Messung der Wellenlänge ist mit der $\rightarrow$ Drehkristallmethode möglich, wobei jedoch wegen des sehr kleinen Braggsschen Winkels ein Kollimator zwischen Kristall und Anzeigegerät (Photoplate, Geigerzähler) geschaltet werden muß (DUMOND), um die unreflektierten Strahlen vom Anzeigegerät fernzuhalten (BILD). Der Kollimator besteht aus einer Blei-Antimon-Zinn-Legierung und enthält lange, schmale Schlitze in Richtung der reflektierten Strahlen.

Die G. des Radiums und neuerdings die von künstlich radioaktiven Präparaten (z. B. von Kobalt ^{60}Co) haben für medizin. und techn. Zwecke große Bedeutung erlangt (Krebstherapie, Durchleuchtung dicker Objekte, Materialuntersuchungen).

Gang, BERGBAU: mit Gestein oder Erz gefüllte Spalte in einem anderen (älteren) Gestein. *Schwebende G.* haben ein Einfallen von $0-15^\circ$, *fallende G.* von $15-45^\circ$, *tonnlägige G.* von $45-75^\circ$ und *saigere G.* von über 75° .

Ganggesteine, in Spalten erstarrte Eruptivgesteine oder Tiefgesteinsnachschiebe, die jünger sind als die benachbarten Gesteinsmassen.

Ganzstoff, der fertiggemahlene Rohstoff, aus dem das $\rightarrow$ Papier gebildet wird; Gegensatz: Halbstoff.

Garnierit, ein nickelreicher Chrysotil; wichtiges Nickelierz.

Gärung, Vergärung, der Abbau von Kohlenhydraten durch in Pilzen, Hefen und Mikroorganismen enthaltene Enzyme. Beispiele sind die *alkoholische G.* zur Herstellung von alkohol. Getränken und von Spiritus durch Abbau von $\rightarrow$ Traubenzucker zu Äthylalkohol ($\rightarrow$ Alkohol), die *Milchsäure-G.*, Abbau zu Milchsäure, die *Essigsäure-G.*, Oxydation von Äthylalkohol zu Essigsäure. G. sind ebenfalls beteiligt bei den als *Fermentation* bezeichneten Aufbereitungsverfahren pflanzlicher Rohstoffe, wie Kakao, Tee, Tabak und Flachs.

Gas, Körper im gasförmigen $\rightarrow$ Aggregatzustand. Die zwischenmolekularen Kräfte treten beim G. sehr stark oder vollständig zurück, so daß die Gasmoleküle sich frei im Raume bewegen können, $\rightarrow$ kinetische Gastheorie. Die *idealen G.* stellen den Grenzzustand der Materie, bei hoher Temperatur und großer Verdünnung dar, der wegen seiner einfachen Gesetze große theoret. Bedeutung besitzt, aber nicht wirklich vorkommt. Trotzdem verhalten sich viele wirkliche G. schon unter gewöhnl. Bedingungen nahezu wie ideale. Ideale G. wären nicht verflüssigbar. Der Unterschied der *realen G.* von den idealen kommt in der Kondensierbarkeit zum Ausdruck. Daher weichen sie um so mehr vom idealen Verhalten ab, je näher sie dem $\rightarrow$ kritischen Zustand kommen, wo der Unterschied zwischen Flüssigkeit und G. aufhört. Als *permanente G.* bezeichnete man früher solche, die mit den damals erreichbaren Tieftemperaturen noch nicht verflüssigt werden konnten, wie Helium und Wasserstoff. Heute können alle G. in den flüssigen oder festen Zustand übergeführt werden.

Die gegenseitige Abhängigkeit von Druck, Volumen und Temperatur wird durch die *Gasgesetze* beschrieben. Die Zustandsgleichung der idealen G. lautet für alle G. gleich, wenn man eine Gasmenge von einem Mol ($\rightarrow$ Grammatom) zugrunde legt, nämlich: $p \cdot V = R \cdot T$. Dabei ist p der Druck, V das Volumen eines Mols, R die allgemeine (universelle) Gaskonstante, $T = t^\circ\text{C} + 273,16$ die absolute Temperatur. Die allgemeine *Gaskonstante* ist die Arbeit, die 1 Mol eines G. unter konstantem Druck bei Erwärmung um 1° leistet. Ihre Größe ist $R = 8,3144 \cdot 10^7$ erg/grad $\cdot$ mol $= 1,9858$ cal/grad $\cdot$ mol. Sie tritt in der Theorie aller Vorgänge auf, bei denen die Wärmebewegung eine Rolle spielt (*mechanische Theorie der Wärme*), z. B. in der Theorie der spezif. Wärme, in der $\rightarrow$ Boltzmann-Statistik und in der Theorie der schwarzen Strahlung als $\rightarrow$ Boltzmannsche Konstante. In dem allgemeinen Gesetz für ideale G. sind das $\rightarrow$ Boyle-Mariottesche

Gesetz und das 1. → Gay-Lussacsche Gesetz enthalten. Diese Gesetze lassen sich aus allgemeinen statistischen Überlegungen ableiten, wenn man annimmt, daß die Gasmoleküle 1) sich auf geradlinigen Bahnen frei im Raume bewegen, 2) wie mathemat. Punkte ohne räuml. Ausdehnung behandelt werden können und 3) keine anziehenden Kraftwirkungen aufeinander ausüben. Läßt man die Voraussetzungen 1), 2), 3) fallen, d. h. werden Raumbedarf der Moleküle und intermolekulare Kraftwirkungen mit berücksichtigt, so lassen sich auch die Erscheinungen bei der *Verflüssigung* einschließlich des kritischen Zustandes modellmäßig verstehen.

G. IN DER ANALYT. CHEMIE. Die *Gasanalyse* dient zur chem. Untersuchung der Zusammensetzung von Gasgemischen. Bei der *Absorptionsmethode* wird das Gas über einer Sperrflüssigkeit (Wasser, Kochsalzlösung, Paraffinöl, Quecksilber) in einer Absorptionsbürette gemessen, dann nacheinander mit geeigneten Absorptionsmitteln behandelt, der Rest ggf. noch durch Verbrennungsanalyse bestimmt; bei der *Verbrennungsmethode* mischt man den Gasrest mit Luft oder Sauerstoff und kann ihn dann entweder zünden oder ohne Verpuffung verbrennen. Zur Bestimmung von Stadtgas, Grubengas, Generatorgas, Verbrennungsgas u. dgl. wird die Gasanalyse in der chem. Industrie vielfach ausgeführt mit leicht und schnell zu handhabenden Apparaten wie z. B. dem Orsatapparat. – Die Dichte der G. wird mit der *Gaswaage* bestimmt, einer Balkenwaage mit einem Glasbehälter am einen Balkenende und einem Zeiger über einer geeichten Skala am anderen.

F. BAYER – G. WAGNER: Gasanalyse (*1960).

G. IN DER TECHNIK. *Technische G.* dienen für Leucht-, Heiz- und chem.-synthet. Zwecke. Wichtige Verfahren der Gaserzeugung:

1) Die *Entgasung* von Steinkohle besteht in einer bei etwa 1000°C durchgeführten therm. Spaltung der hochmolekularen Substanz, bei der aus 1000 kg geeigneter Steinkohle 300 m³ Kokereigas (etwa 55 % H₂, 25 % CH₄, 2 % C₂H₆, 7 % CO), 0,9 kg Rohbenzol, 2 kg Ammoniak und 35 kg Teer gewonnen werden und als Rückstand 750 kg Koks verbleiben. Dieses Verfahren wird auch im Gaswerk (→ Stadtgas) angewandt. Die Tieftemperaturerzeugung oder Schwelung (500°C) liefert geringwertiges G.

2) *Kokereigaszerlegung*. Um die Komponenten des Kokereigas in reiner Form für chem. Synthesen verwenden zu können, werden durch stufenweise Tieftkühlung mit flüssigem Stickstoff (→ Luftver-

flüssigung) unter einem Druck von 16 atü nacheinander bei –120°C eine Äthylenfraktion, bei –180°C eine Methanfraktion und bei –200°C eine Kohlenoxidfraktion flüssig abgeschieden, so daß hochkonzentrierter Wasserstoff oder zur Ammoniaksynthese ein Gemisch von Wasserstoff und Stickstoff bleibt.

3) Die *Vergasung* bezweckt die restlose Umwandlung des festen Brennstoffs in Gase. Zur Herstellung des *Generatorgases* werden Braunkohlenbriketts oder Steinkohlenkoks in einem Schachtofen (*Gasgenerator*) mit einer zur vollständigen Verbrennung unzureichenden Menge eingeblasener Luft zu Kohlenoxid umgesetzt. Infolge des Stickstoffgehaltes der Luft hat das Generatorgas nur etwa 30 % CO und einen Heizwert von 1200 kcal/m³. Es dient für industrielle Gasfeuerungen und Gasmotorenbetrieb und zur Herstellung der Stickstoffkomponente des Ammoniaksynthesegases. Die Vergasung von Holz hat in holzreichen Ländern und in Zeiten der Treibstoffverknappung auch in anderen eine gewisse Bedeutung zum Betrieb von stationären und Fahrzeugmotoren. – *Wassergas* entsteht bei 1000°C nach der Gleichung $C + H_2O = CO + H_2$ – 28,6 kcal, d. h. unter Wärmeverbrauch. In einem Generator wird stückiger Steinkohlenkoks abwechselnd durch Einblasen von Luft (1 min lang) auf 1200°C erhitzt und dann durch Einblasen von Wasserdampf (3 min lang) gemäß obiger Gleichung vergast. – Neuerdings hat die Herstellung billigen Sauerstoffs durch Luftverflüssigung auch die viel rationellere kontinuierliche Umsetzung von Koks, Sauerstoff und Wasserdampf zu einem Gemisch von Kohlenoxid, Kohlendioxid und Wasserdampf ermöglicht. Dadurch können in einem Generator aus Steinkohlenkoks stündlich bis zu 50000 m³ Wassergas erzeugt werden, im Winkler-Generator, bei dem feinkörniger Braunkohlenschwefels durch den Gastrom in wirbelnder Bewegung gehalten wird, sogar 75000 m³.

Für Synthes Zwecke werden die Generatorgase durch Aktivkohle vom Schwefel befreit. Zur Herstellung reinen Wasserdampf aus Wassergas wird das Kohlenoxid mit Wasserdampf am Eisenkontakt nach der Gleichung $CO + H_2O = CO_2 + H_2$ + 10 kcal umgesetzt, das Kohlendioxid mit Wasser bei 20 atü ausgewaschen, Reste Kohlenoxid mit ammoniakalischer Kuprosalzlösung entfernt und so ein 98%iger Wasserstoff erhalten.

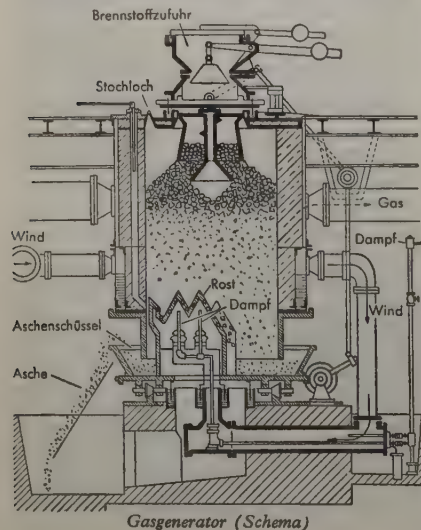
4) *Methanspaltung*. Methanhaltige Gase wie → Erdgas oder die Abgase der Erdölcrackung sowie der Druckhydrierung von Erdöl oder Kohle können entweder rein thermisch z. B. durch einen elektr. Lichtbogen zu Wasserstoff, Azetylen und Kohlenstoff (Ruß) gespalten oder mit Sauerstoff oder Wasserdampf oder beiden zu Kohlenoxid-Wasserstoff-Gemischen umgesetzt werden (*Synthesegase*).

5) *Verdampfung flüssiger Brennstoffe*. Für geringe Verbrauchsmengen werden gelegentlich noch leicht flüchtige flüssige Brennstoffe wie Benzin oder Benzol bei gewöhnlicher Temperatur in einen durchgeleiteten Luftstrom verdampft (*Luftgas*).

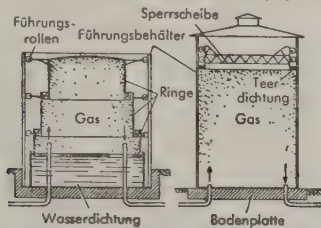
6) *Gase aus Nichtbrennstoffen*, d. h. Stoffen anorgan. Natur, sind das → Azetylen, der durch Elektrolyse von Wasser erzeugte Wasserstoff sowie die durch Luftverflüssigung erhaltenen Komponenten der Luft. Alle haben große Bedeutung für Synthesen. Chem. Technologie, hg. v. K. WINNACKER u. L. KÜHLER, Bd. III (*1959).

Gasanzünder, Gerät zum Zünden eines Gas-Luft-Gemisches. Die *katalytischen G.* an dünnen Drähten aufgehängte Pillen aus Platinmohr, erwärmen sich in einem Gas-Luft-Gemisch bis zum Glühen. Beim *Reibzünder* werden durch Reiben einer pyrophoren Legierung (z. B. Zereisen) Funken erzeugt. *Elektrische G.* benutzen einen elektrisch geheizten Glühdraht oder elektr. Öffnungsfunken, die durch Reiben eines über einen Widerstand mit einem stromführenden Pol des Netzes verbundenen Metallstiftes auf dem geerdeten metallenen Gasbrenner entstehen.

Gasbehälter, *Gasometer*, dienen zum Speichern von Stadtgas u. a. techn. Gasen. Sie werden für Fassungsvermögen bis zu etwa 100000 m³ meist als



Glockengasometer gebaut, bei denen das Gas unter eine in einen Wasserbehälter eintauchende, in Rollen geführte Glocke aus Eisenblech geleitet wird. Größere G., z. T. von 600 000 m³ und mehr, werden meist als **Scheibengasometer** ausgeführt, zylindrische



Gasbehälter: links Glocken-, rechts Scheibengasometer.

Behälter, in denen sich eine am Rand mit Teer abgedichtete Scheibe auf und ab bewegt. Zum Transport komprimierter, verflüssigter oder gelöster Gase (z. B. Propan, Kohlendioxid, Acetylen) dienen aus nahtlosem Stahlrohr gezogene Gasflaschen von 5–50 l Inhalt.

Gasbeleuchtung, die Lichterzeugung mit brennbaren Gasen. Früher benutzte man das Leuchten der glühenden Kohleteilchen in der Gasflamme, wofür man besondere Brenner konstruiert hat. Mit Ausnahme des Acetylenlichtes wird jedoch heute fast ausschließlich das **Gasglühlicht** (**Auerlicht**) verwendet. Nach der Erfindung **AUER** von **WELSBACH** (1892) wird ein Glühkörper, **Glühstrumpf**, durch eine Gasflamme erhitzt und dadurch zum Leuchten gebracht. Außer Stadtgas wird Spiritusgas, Petroleumgas, Wassergas, heute vielfach auch (besonders in ortsveränderlichen Anlagen) Propangas verwendet. Der Glühstrumpf besteht aus einem textilen Gewebe, das vor allem mit Thorium- und Zirkumnitrat getränkt ist. Das Gewebe wird vor der Benutzung durch Abbrennen verascht, und es bleibt ein Gerüst aus den mineral. Bestandteilen stehen, das bei Erhitzung durch die Gasflamme leuchtet. Die Art des verwendeten Gasbrenners beeinflusst die Güte der G. Verwendet wird u. a. der **C-Brenner**, dessen Kopf durch ein enges Drahtsieb abgedeckt ist, um das Zurückschlagen der Flamme zu verhindern. – Straßen-G. wird heute allg. durch Druckwellen gezündet: Eine kurze Druckerhöhung betätigt durch eine Membran ein Ventil, worauf sich das ausströmende Gas an einer Zündflamme entzündet. Eine weitere Druckwelle schließt das Brennerventil.

Gaschromatographie, ein chromatograph. Verfahren (→ Chromatographie), bei dem das verdampfte Stoffgemisch in einem inerten Gasstrom durch ein Rohr geleitet wird, in dem sich ein mit einer hochsiedenden Flüssigkeit beladenes Trägermaterial befindet. Wegen ihres verschiedenen Adsorptionsverhaltens durchlaufen die einzelnen Komponenten des Gemisches das Rohr mit verschiedenen Geschwindigkeiten und können so getrennt werden.

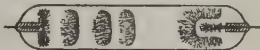
Gasdynamik beschreibt die Mechanik der Gase unter besonderer Berücksichtigung ihrer Zusammendrückbarkeit. Die Strömung von oder in Gasen macht sich bemerkbar, wenn ihre Geschwindigkeit etwa die halbe Schallgeschwindigkeit erreicht; sie wird techn. bedeutsam, wenn die Schallgeschwindigkeit erreicht oder übertroffen wird.

R. SAUER: Einf. i. d. theoret. G. (*1960).

Gasentartung, die durch die Quantentheorie bedingte Abweichung der Energieverteilung in einem Gas von der klass. Verteilung gemäß der → Boltzmann-Statistik.

Gasentladung, Durchgang eines Stromes von elektr. Ladungen (negative und positive Ionen und Elektronen) durch ein Gas. Bei der **unselbständigen Entladung** werden die Ladungen durch äußere Mittel (Glühkathode, Photokathode) dauernd erzeugt, während sie bei der **selbständigen Entladung** durch

die Entladung selbst nachgeliefert werden, und zwar durch Stoß- oder Photoionisation der Gasmoleküle oder durch Auslösung von Elektronen aus der Kathode durch die kinet. Energie der positiven Ionen oder durch die bei der Ionisation gebildeten Photonen. Bei der **Dunkelentladung** (**Townsendentladung**, bis etwa 10⁻⁶ A/cm²), ist die Raumladung noch sehr klein, während bei der **Glimmentladung** (bis etwa 10⁻¹ A/cm²) der Verlauf der elektr. Feldstärke durch die Ladungen im Entladungsraum bestimmt wird. Bei Stromdichten über 1 A/cm² (bis zu einigen 1000 A/cm²) schließt sich die **Bogenentladung** an, bei der die Kathode hoch erhitzt ist und durch Glühmission Elektronen aussendet. Bei der Glimmentladung folgen in der Entladungsstrecke **Dunkel- und Leuchträume** aufeinander, die dadurch zustande kommen, daß die Elektronen nach einem unelast. Zusammenstoß mit den Gasmolekülen, der zur Anregung oder Ionisation geführt hat, im elektr. Feld erst wieder eine zu einer weiteren Anregung hinreichende kinet. Energie aufnehmen müssen. Um die Elektroden bildet sich meist ein leuchtender Saum, die **Glimmhaut**. Im Raum unmittelbar neben der Kathode fällt fast die gesamte an den Elektroden liegende Spannung ab (**Kathodenfall**), an der Anode folgt noch ein kleiner Abfall (**Anodenfall**).



Gasentladung: geschichtete Glimmentladung

Zwischen beiden Fallräumen liegt der **Entladungsrumpf** (**positive Säule**), ein hochionisiertes Gemisch aus neutralen Gasmolekülen, positiven und negativen Ionen, Elektronen und Photonen (**Plasma**). Besonder- Formen der Entladung im Gasraum sind die **Körner**, eine Glimmhaut, aus der bei höherer Spannung **Büschel** hervorwachsen können, und der **Funk** (**Blitz**), eine kurzdauernde Lichtbogenentladung, die sich aus der Dunkelentladung über die Glimmentladung entwickelt. Wichtig für die prakt. Anwendung und Handhabung von G., z. B. für Leuchtröhren, Leuchtstofflampen, Gasgleichrichter (Quecksilberdampfgleichrichter), gasgefüllte Stabilisatorröhren und Stromtrode (Thyratrons) ist die Kenntnis der **Zündspannung**, der Spannung, bei der die selbständige Entladung anspringt, der **Brennspannung**, der in einem weiten Bereich vom Entladungsstrom praktisch unabhängigen **Elektroden- spannung** und der **Löschspannung**, die unterschritten werden muß, um die Entladung zu löschen.

Gasentladungslampen, alle Lampen, deren Licht ganz oder teilweise elektr. Entladungserscheinungen in verdünnten Gasen oder Dämpfen entstammt. Zu ihnen gehören die → Glimmlampen, → Leuchtröhren, → Metallampfenlampen, → Leuchtstofflampen und → Bogenlampen. Die **Geißlerschen Röhren** sind die älteste Form der G.

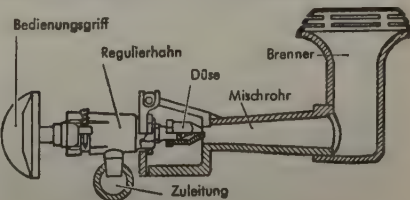
Gasflammkohle, Steinkohle mit 35–40 % flüchtigen Bestandteilen, mit langer, stark leuchtender Flamme brennend.

Gasgenerator, → Gas.

Gasgesetze, → Gas.

Gaskocher, für Stadtgas oder Flaschengas eingerichtetes Kochgerät, dessen Brenner nach Art des → Bunsenbrenners arbeitet.

Der Brenner hat Pilzform, wodurch sich ein Flammenkranz bildet. Vom Zuleitungsrohr führt ein



Gaskocher: Allgasarmatur (Schnitt)

Gaskohle – Gasturbine

Mischrohr, in dem das einströmende Gas mit Luft gemischt wird, zum Brenner. Neuere G. haben einen **Doppelbrenner** mit getrennten Zuführungen für eine große und eine kleine (Spar-) Flamme, bedient durch einen Hahn. Geräte mit mehreren Brennstellen sind als *Gasherde, Gasbrat-, Gasbacköfen* eingerichtet. Geräte für Hotel- und Großküchen sind *Glühplatten, Gaskochkessel, Gaskocher, Gas-Kippbratfannen, Gasbratplatten* u. v. a.

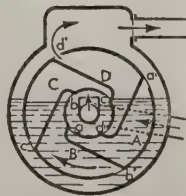
Gaskohle, für die Herstellung von Stadtgas bes. geeignete Steinkohle mit 82–85 % Kohlenstoff.

Gasleitungen, → Rohrleitungen.

Gaslichtpapier, *Chlorbromsilberpapier*, ein photograph. Entwicklungspapier für Abzüge, die durch Belichtung mit künstl. Licht erzeugt werden.

Gasmaske, eine Gesichtsmaske mit Filter, die die Atmungsorgane und Augen gegen die Einwirkung ätzender, erstickender, giftiger oder reizender Stoffe, bes. Gase, nebel- und rauchförm. Stoffe, schützen und dem Träger Atmung und Arbeit in einer mit solchen Stoffen durchsetzten Luft ermöglichen soll. Die Luft für die Atmung wird durch mehrere Schichten chem. Stoffe im **Filtereinsatz** gereinigt. Der Filtereinsatz enthält bei der heutigen (auch im 2. Weltkrieg benutzten) G.: 1) ein **Schwebstofffilter** auf Papier- oder Zellulosebasis, 2) ein **Aktivkohlefilter**, das viele Gift- und Reizstoffe adsorbiert, 3) ein **Hexamethylen-tetramin-Filter** gegen saure Bestandteile und Phosgen. Diese G. schützt nicht gegen Stickstoff, Methan, Kohlendioxid und Kohlenmonoxid. Gegen letzteres schützen Filter aus Mangandioxid mit einem Katalysator, z. B. Kobaltoxid.

Gasmesser mißt die verbrauchte Gasmenge. Die *nassen G.* enthalten als Meßelement eine Art Schaufelrad, das aus einzelnen Kammern besteht und in Wasser oder Glycerin eintaucht. Das der Leitung entnommene Gas passiert die Kammern und setzt dabei das Rad in drehende Bewegung (BILD). Bei den *trockenen G.* treibt der Gasstrom ein in Verbindung mit Schiebern arbeitendes Membransystem an. In beiden Fällen werden die entstehenden Bewegungen auf ein Zählwerk übertragen, an dem die verbrauchte Gasmenge abgelesen wird. *Münz-G., Gasautomaten*, sind mit einem Sperrwerk versehen, das nach Einwurf eines Geldstückes oder einer Wertmünze eine entsprechende Gasmenge freigibt.



Gasmesser: Wirkungsweise. Das Gas strömt durch die Öffnungen b und c aus, während a und d durch das Wasser verschlossen sind. Die Kammer C wird mit Gas gefüllt, während D durch die Drehung der Trommel entleert wird. Kammer A enthält noch etwas Gas, das durch a' entweicht, während durch b gerade die Füllung der Gaskammer B beginnt.

Gasmotor, ein mit brennbaren Gasen betriebener Ottomotor (→ Verbrennungsmotor). G. werden vor allem in Hüttenwerken verwendet, wo große Mengen Gichtgas zur Verfügung stehen (*Gasmaschinen*). Die Leistung der Einzelmaschinen beträgt hier 500 bis 10000 PS. Bei Knappheit an flüssigen Brennstoffen verwendet man auch kleinere G. (von 25 PS ab) für Generatorgas.

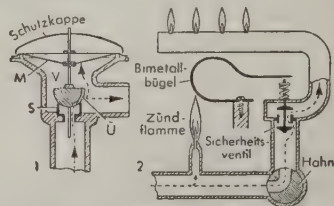
Gasöl, bei der Destillation von Braunkohlenteer und Erdöl entstehendes brennbares Öl; Siedekurve von 190 bis 370°C; Dieselloftkraftstoff.

Gasolin, 1) sehr leichtes Benzin, das als erste Fraktion bei der Erdöldestillation entsteht; siedet zwischen 40–60°C. 2) engl. für Benzin, Treibstoff.

Gasprüfer, → Rauchgasprüfer.

Gassicherungen. 1) **Gasmangelsicherung**, Druckmangelsicherung (BILD 1): Bei Nachlassen des Gasdruckes sinkt der an der Membran M befestigte Verschluß V durch sein Gewicht auf den Sitzring S und verschließt ihn. Wird der Druck wieder stärker,

so strömt zunächst Gas durch die Überströmöffnung Ü und füllt, vorausgesetzt, daß der Ausströmhahn der Feuerstelle geschlossen ist, das Leitungstück bis zu dieser. Der Druck nimmt auch hier zu und hebt bei einer festgelegten Stärke M und V.



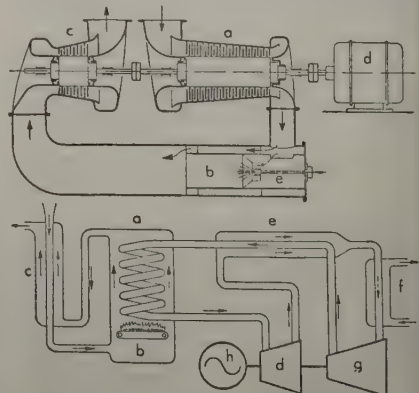
Gassicherungen: 1 Gasmangelsicherung, 2 Zündsicherung.

2) **Zündsicherung**: In der Nähe der Zünd- oder Wächterflamme befindet sich eine Bimetallfeder, die bei Erwärmung durch die Flamme einen Ventilteller nach unten drückt und in der Zuleitung zum Brenner den Weg für das Gas freigibt (BILD 2).

3) Der **Sicherheits-Zündschalter** besteht aus einer Gasmangel- und einer Zündsicherung.

Gasturbine, **Verbrennungsturbine**, **Wärmeleistungsmaschine**, in der die kinetische und therm. Energie von Verbrennungsgasen zum Antrieb von Turbinenrädern ausgenutzt wird. Durch einen **Verdichter** wird komprimierte Luft in eine oder mehrere Brennkammern gefördert, wo der gasförmige oder flüssige Betriebsstoff zugesetzt und entzündet wird. Die Verbrennungsgase durchlaufen unter Entspannung und Abkühlung die eigentl. G. Hierbei wird Energie an die Antriebswelle abgegeben, die allerdings zum großen Teil (65–75 %) vom Verdichter wieder verzehrt wird. Häufig ist zur Verbesserung des Wirkungsgrades noch ein **Wärmeaustauscher** vorgesehen, in dem die Wärme der Abgase zur weiteren Erhitzung der Verbrennungsluft vor deren Eintritt in die Brennkammern ausgenutzt wird. Die Abgase eines Motors werden mitunter durch eine → **Abgasturbine** noch völlig entspannt. Die Brennkammer ist durch den vorgeschalteten Motor ersetzt.

Bei der G. mit **offenem Kreislauf** wird Luft aus der Atmosphäre angesaugt, verdichtet, durch Verbrennung des Treibstoffs in der verdichteten Luft erhitzt; die heißen Gase treten nach Arbeitsleistung



Gasturbine: oben Gasturbinenanlage mit offenem Kreislauf; a Verdichter, b Brennkammer, c Gasturbine, d elektr. Generator, e Ölbrenner; unten Gasturbinenprozess mit geschlossenem Kreislauf; a Luftfilter, b Rostfeuerer, c Vorwärmer für die Verbrennungsluft, d Gasturbine, e Wärmeaustauscher, f Kühler, g Verdichter, h elektr. Generator.

in der Turbine wieder in die Atmosphäre aus. Die Verdichter sind Radial- oder Axialgebläse, die mit einem Druckverhältnis 1: 3,5 bis 1: 5 arbeiten. Die Verbrennung erfolgt unter großem Luftüberschuß, um für die Turbine allzuhohe Temperaturen zu vermeiden. Es können billige Brennstoffe, z. B. Kerosin, verbrannt werden. Bei flüssigen Brennstoffen ist eine sehr intensive Zerstäubung durch besonders konstruierte Düsen wesentlich; der Flüssigkeitsnebel wird durch „Verwirbeln“ mit der übrigen Luft gemischt und dadurch gleichmäßig verbrannt. G. werden mit Leistungen von 120 PS (Kraftwagen) bis 10000 PS und mehr (Kraftwerk) gebaut; die Drehzahl beträgt bei kleinen Aggregaten bis zu 20000 U/min, bei größeren etwa 8000 U/min. Wirkungsgrade bis zu 29%, bei mehrstufigen bis 35%. Leistungsgewicht und Raumbedarf sind viel geringer als bei Kolbenmotoren. G. mit etwa 2000 PS werden auch in Lokomotiven verwendet. **Luftschrauben-G.** (Propeller-Turbinen-Luftstrahltriebwerke) von Flugzeugen sind Turbinen, die die Luftschraube (über ein Getriebe) und einen Verdichter antreiben; die Abgase werden zum Strahlantrieb ausgenutzt. Ebenso, aber ohne Luftschraube, arbeiten die **Turbostrahltriebwerke** (Turbinen-Luftstrahltriebwerke, → Strahltriebwerk).

Bei der G. mit geschlossenem Kreislauf, auch **AK-G.** (nach ACKERET und KELLER), dient reine Luft, die niemals direkt mit den Brenngasen in Berührung kommt, als umlaufendes Arbeitsmittel. Dadurch entsteht nur geringe Korrosion, die Verbrennung z. B. von Kohlenstaub in dampfkesselähnlichen Anlagen ist möglich. Leichte Regelbarkeit durch Erhöhung der umlaufenden Luftmenge. Wirkungsgrad über 30%.

J. KRUSCHIK – E. HÜTTNER: Die G. (1960). **Gaswerk**, Anlage zur Herstellung von → Stadtgas.

Gatsch, bei der Aufarbeitung des Erdöls anfallender ölhaltiger Paraffin-Kristallbrei, der durch Abtrennung des Öles zu Festparaffin verarbeitet werden kann. **Fischer-G.**, breiartiges Gemisch von Paraffin-Kohlenwasserstoffen, das bei der Hydrierung von Kohlenoxid nach F. FISCHER anfällt; Verwendung für die Herstellung von Fettsäuren zur Seifenherstellung.

Gatter, 1) eine Sägemaschine (→ sägen).

2) vorwiegend in Rechenautomaten verwendete Schaltungen mit mehreren Eingängen und einem Ausgang. **Koinzidenz-G.** lassen nur dann einen Impuls hindurch, wenn an allen Eingängen zugleich Impulse ankommen (Und-Schaltung). Beim **Misch-G.** genügt ein Impuls an einem der Eingänge, um auch am Ausgang einen Impuls zu erhalten (Oder-Schaltung). Beim **Vorzugs-G.** kann ein Impuls an einem der Eingänge die anderen sonst freien Eingänge sperren.

Gaufré, Gewebe mit eingepprägtem Mustereffekt. **Gaufrieren**, eine imitierte Gewebestruktur, ein Korn oder ein Muster auf ein Papier oder Gewebe mit Hilfe eines Kalanders (**Gaufrierkalanders**) übertragen.

Gauß, Carl Friedrich (TAPEL Naturforscher und Erfinder), Mathematiker, Astronom, * 1777, † 1855, Prof. und Leiter der Sternwarte in Göttingen, gab 1801 ein neues Verfahren zur Berechnung der Planetenbahnen. Er veröffentlichte richtungweisende Untersuchungen der Zahlentheorie, betrachtete die euklidische Geometrie nur als eine unter vielen möglichen Geometrien, erfand den Sonnenspiegel (Heliotrop), entwickelte Verfahren zu erdmagnet. Messungen, begründete das **Gaußsche Maßsystem der absoluten Einheiten** (1832), baute mit W. WEBER 1833 einen elektromagnet. Telegraphen u. v. a.

Werke, hg. v. d. Ges. d. Wiss. Göttingen (12 Bde., 1870–1930); L. BIEBERBACH: C. F. G. (1938).

Gauß, Abk. G, oft auch G_s oder Γ , Einheit der magnet. Flußdichte im elektromagnet. Maßsystem. 1 G entspricht im Giorgisches, seit 1948 international angenommenen elektr. Maßsystem 10^{-4} Vs/m².

Die Erdmagnetiker benutzen die Bezeichnung G. (T) für die Einheit der magnet. Feldstärke.

Gay-Lussacsche Gesetze. Das erste G.-L. G. (1802) ist als Teilgesetz in dem allgemeinen Gesetz für ideale → Gase enthalten, es beschreibt die Abhängigkeit des Druckes oder des Volumens von der Temperatur. Ist p_0 der Druck eines Gases bei 0°C, so ist bei demselben Volumen für die Temperatur t in °C der Druck $p = p_0 \cdot (1 + t/273,15)$. Hält man den Druck konstant, so gilt analog für das Volumen $v = v_0 \cdot (1 + t/273,15)$. Das zweite G.-L. G. (1807) besagt, daß die innere Energie eines idealen Gases nur von der Temperatur abhängt, nicht aber von Druck und Volumen.

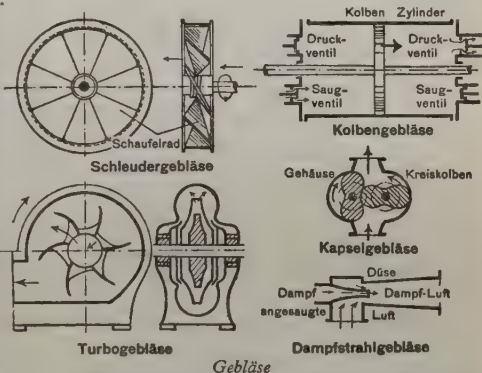
Gaze, schleierartiges Gewebe in Voll- oder Halbschlingerverbindung; dient in bestimmter Maschenweite als Siebgewebe (Müller-G.).

Gd, chem. Zeichen für → Gadolinium.

Ge, chem. Zeichen für → Germanium.

Gebirgsbildung, **Orogenese**, langdauernde geol. Vorgänge, die in Geosynklinalen zur Faltenbildung und Hebung führen.

Gebläse, Maschine zur Förderung von Luft, Gasen und Dämpfen auf 0,1 bis 4 atü (Druckbereich zwischen Kompressor und Lüfter). Die einfachste



Gebläse

Bauform ist der → Blasebalg. Beim **Kolben-G.** saugt ein in einem Zylinder hin- und hergehender Kolben bei jedem Hub über Saugventile Gas an, um sie über Druckventile weiterzufördern. Beim **Kreiskolben- oder Kapsel-G.** laufen zwei Kreiskolben in einer Kapsel um und befördern das Gas von der Saug- auf die Druckseite (**Roots-G.**, **Wasserringluftpumpe**). Beim **Kreis- oder Turbo-G.** bewirkt ein umlaufendes, mit Schaufeln besetztes Laufrad eine Drucksteigerung bis zum etwa 1,2fachen Ansaugdruck. Zur Erzielung höherer Drücke werden mehrere Laufräder auf gleicher Welle angeordnet unter jeweiliger Zwischenschaltung von im Gehäuse feststehenden Leitschaufeln. Nach der Strömungsrichtung unterscheidet man Axial- und Radial-G. Beim **Strahl-G.** tritt aus einer Düse ein Dampf- oder Wasserstrahl in ein weiteres Rohr, erzeugt dabei einen Unterdruck und reißt die umgebende Luft mit sich fort.

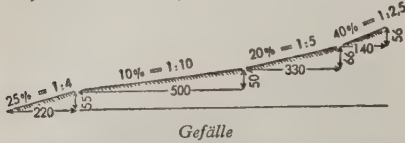
GEE-Navigationsverfahren, **GEE-System**, ein Funkortungsverfahren, das wie das Decca- und das Loran-System Hyperbeln als Standlinien verwendet. Als Sender dienen in der Regel ein impulsgetasteter Primärsender und mindestens zwei, vom Primärsender synchronisierte Sekundärsender; Abstand zwischen Primär- und Sekundärsender etwa 150 km. Die in einem Bordempfänger aufgenommenen Ortungssignale werden mit einer Braunschen Röhre ausgewertet. Ortungsgenauigkeit in der Nähe der Basis etwa 200 m, in einer Entfernung von 700 km etwa 7–8 km.

Gefälle, 1) das Verhältnis des Höhenunterschiedes zweier Punkte zu ihrer horizontalen Entfernung, z. B. 2% oder 1:50. Zur Messen von G. benutzt

Gefrieren - Gene

man das Nivellierinstrument, in einfachen Fällen die Wasserwaage (Libelle).

2) G. von Wasserkraftanlagen → Fallhöhe.



Gefrieren von Lebensmitteln als Konservierungsmethode wird durch rasche Temperatursenkung bis auf -15 bis -30°C erreicht; dabei hört Mikroben-tätigkeit auf, und chem. und physikal. Veränderungen werden weitgehend gehemmt. Verfahren: 1) Vorbeiführen kalter Luft (meist mit hoher Geschwindigkeit); 2) kalte Flüssigkeiten (nur in Sonderfällen, z. B. Fische, Beeren); 3) Berührung mit tiefgeköhlten Flächen, → Birdseye-Apparat.

Gefrierschutzmittel, Frostschutzmittel, Zusätze zu Wasser, um Gefrieren zu verhindern, wie Kochsalz, Kalziumchlorid, Alkohol, Glycerin, Glykol, Glysantin. Verwendung bei Kraftwagenkühlern, Gasuhren, Zentralheizungen usw.

Gefriertrocknung, Lyophilisation, schonende Hochvakuumtrocknung von tiefgefrorenem (-20 bis -30°C) wasserhaltigem Gut. Das Gefriergut behält seine äußere Form nahezu unverändert bei. G. und anschließende gasdichte Verpackung gewinnen zunehmende Bedeutung zur Konservierung von Lebensmitteln, Reinkulturen von Mikroorganismen u. a.

Gefüge, die räumliche Anordnung gesteinsbildender Mineralien in einem Gestein.

Gegenkolbenmotor, ein → Verbrennungsmotor mit 2 im gleichen Zylinder gegeneinanderlaufenden Kolben.

Gegenkopplung, negative Rückkopplung, eine Schaltung zur Rückführung der Ausgangsspannung einer Verstärkerröhre an den Eingang, um eine Herabsetzung der Verzerrungen zu erreichen. Eine frequenzabhängige G. soll meist außerdem die Lautstärke der tiefen und hohen Töne gegenüber den mittleren Tönen anheben.

Gegensprechen, → Telephonie.

Gegenstromprinzip, eine beim Wärme- oder Stoffaustausch (Extraktion, Gaswaschung, Vorwärmung von Speisewasser bei Dampfmaschinen u. ä.) von zwei Stoffen, bes. Gasen und Flüssigkeiten, häufig angewandte Methode, bei der die beiden Stoffe, wenn mischbar, durch eine Wand getrennt, in entgegengesetzter Richtung aneinander vorbeigeführt werden (Wärmeaustausch), oder, wenn nicht mischbar oder bei Stoffaustausch, einander durchdringen. Anwendung bei Vorrichtungen zum Trocknen, Kühlen und Kondensieren, in Reaktionstürmen u. ä.

Gehängelehm, Gehängeschutt, mehr oder weniger steindurchsetzte Lehme oder lehmige Schuttmassen auf Berghängen, durch Verwitterung aus dem anstehenden Gestein hervorgegangen, z. T. mit Schwemmlöß vermengt.

Gehrung, 1) Diagonalschnitt einer rechtwinkl. Holzverbindung. Die Gehrade dient dem Tischler zum Anschneiden der halben Winkel. 2) Zurichtung von Steinen in der Weise, daß sie unter beliebigem Winkel zusammengefügt werden können.

Geigerzähler, Geiger-Müller-Zählrohr, Geigerscher Spitzenzähler, → Zählrohr.

Geißfuß, 1) ein gabelförmig ausgeschmiedetes Handwerkzeug zum Ausziehen von Nägeln. 2) ein Einsatzeisen der Kupferschmiede. 3) ein Meißel oder Stechwerkzeug mit einer winkligen Schneide zum Ausarbeiten innerer Ecken und Furchen.

Geißlersche Röhre, eine → Gasentladungslampe.

Gel, gallertartige Ausflockung eines → Kolloids.

Gelatine, aus frischen Häuten und Knochen gewonnener Glutinin. Erster Abzug: Speise-G., folgende: Industrie-G. (Leim, Schlichtemittel, in der

Photographie zur Herstellung der lichtempfindl. Emulsion verwendet).

gelbbrennen, ein Beizverfahren für Gegenstände aus Kupfer und Kupferlegierungen mit einer Mischung von Salpeter- und Schwefelsäure.

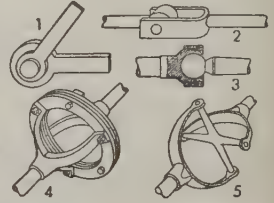
Gelbfilter, Gelscheibe, → Lichtfilter.

Gelbguß, Kupferlegierung mit 20 bis 50 % Zink (→ Messing).

Gelbkreuz, → Dichlordiäthylsulfid.

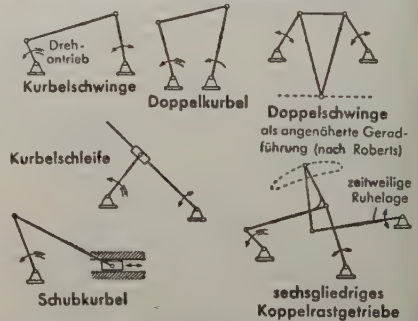
Gelenk, MASCHINENBAU: bewegliche Verbindung zweier Maschinenteile, in der Ausdrucksweise der Getriebelehre ein → Elementenpaar.

Arten: Achsengelenk, Gabelgelenk, Kugelgelenk, Kreuz- oder Kardangelenk, Hardygelenk (Bild).



Gelenk: 1 einfaches Achsengelenk, 2 Gabelgelenk, 3 Kugelgelenk, 4 Hardygelenk (Gummischeibengelenk), 5 Kardan- oder Kreuzgelenk.

Gelenkgetriebe werden neben Kurvengetrieben zur Erzeugung periodisch veränderl. Bewegungen verwendet. *Kurbel* oder *Schwinge* heißen die im Gestell angelenkten voll oder nur teilweise umlaufenden, *Koppel* das nicht im Gestell direkt geführte Glied. G. werden auch als *Kurbel- oder Koppelgetriebe* bezeichnet. — Die einfachsten G. ergeben sich aus der viergliedrigen kinematischen Kette und arbeiten je nach den Gliedlängenverhältnissen und



Gelenkgetriebe

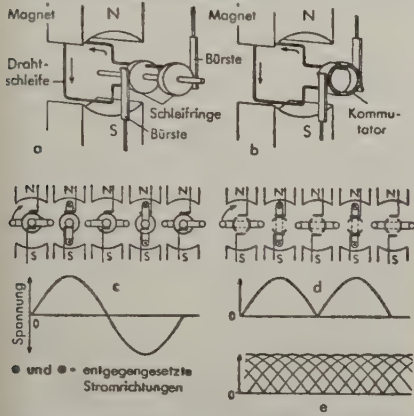
der Wahl des Gestells als *Kurbelschwinge*, *Doppelkurbel*, *Doppelschwinge*. Der Austausch von Gelenken durch Schiebepaare führt zur *Kurbelschleife*, *Schubkurbel* u. a. G. mit mehr als 4 Gliedern verwendet man für kompliziertere Bewegungsaufgaben.

Gelenkwelle ermöglicht durch Gelenke an den Wellenenden die Übertragung einer Drehbewegung zwischen zwei versetzt-*Gelenkwellen* ten Wellen.

Gemenge, CHEMIE: Stoffgemische, die sich durch rein physikal. Eingriffe in chemisch einheitl. Bestandteile zerlegen lassen. Z. B. sind weitaus die meisten Gesteine G. von Mineralien.

Gene, die materiellen Träger einzelner Erbanlagen, Abschnitte der fadenförm. Nukleinsäure-Makromoleküle, die bei den höheren Organismen Bestandteile der Chromosomen sind. In der linearen Folge ihrer Bausteine ist die Information für die Ausführung biologischer Funktionen gespeichert (→ Molekulargenetik). Durch ihre eigene Verdopplung erlauben sie die Übertragung der in ihnen enthaltenen Information auf andere Informationsträger.

Generator, 1) ELEKTROTECHNIK: früher *Dynamomaschine*, ein Spannungs- oder Stromerzeuger, z.B. Röhren-G., Maschinen-G.; im engeren Sinne der *elektromagnetische G.*, eine umlaufende Maschine zur Verwandlung mechanischer in elektr. Energie.



Generator 1: a Prinzip der Wechselstromerzeugung, b der Gleichstromerzeugung; c und d Spannungs- und Stromkurven (unten) des erhaltenen Wechsel- und Gleichstroms während einer vollen Umdrehung der Drahtschleife (oben) in Abhängigkeit von verschiedenen Stellungen; e Spannungscurve eines durch Überlagerung von 12 gegeneinander versetzten Phasen erhaltenen Gleichstroms.

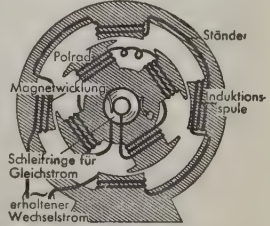
Der elektromagnet. G. ist die Umkehrung des → Elektromotors: Während im Elektromotor ein im Magnetfeld fließender Strom ein Drehmoment erzeugt, wird im G. umgekehrt durch die Drehung eines Leiters im Magnetfeld ein Strom hervorgerufen. Der Aufbau des G. gleicht deshalb im wesentl. dem des Elektromotors.

Man unterscheidet Gleichstrom- und Wechsel- oder Drehstrom-G. Eine einzige umlaufende Windung würde einen Wechselstrom erzeugen (BILD); in Gleichstrom-G. wird daher die untere Halbwelle durch passende Stromabnahme-Umschaltung mittels *Kommutator* „nach oben geklappt“: es entsteht „pulsierender Gleichstrom“. Um ihn zu „glätten“, bringt man auf dem *Anker* (Läufer) nicht nur eine, sondern mehrere voneinander isolierte Windungen an und unterteilt auch den Kommutator entsprechend: die entstehenden phasenverschobenen pulsierenden Gleichströme überlagern sich zu einem nahezu glatten techn. Gleichstrom. Zur Felderzeugung dienen *Elektromagnete*. Zu ihrer Erregung benutzte man früher eine äußere Gleichstromquelle (Fremderregung); seit Erfindung des *dynamo-elektrischen Prinzips* (W. v. SIEMENS, 1866) dient der vom G. erzeugte Strom selbst zur Erregung (Selbsterregung). – Arbeitsweise des dynamo-elektrischen Prinzips: Da jede Eisenmasse einen (wenn auch noch so schwachen) Magnetismus aufweist, kann zunächst im G. ein, wenn auch sehr schwacher, Strom erzeugt werden. Er wird den Feldmagneten zugeführt, wo er den Magnetismus verstärkt. Dieser bewirkt wiederum einen stärkeren Strom in der Ankerwicklung usw. Die Wechselwirkung zwischen Wicklung und Feld steigert sich so lange, bis die magnet. Sättigung erreicht ist; der erzeugte Strom kann jetzt als Nutzstrom abgegeben werden. Er wird durch Bürsten abgenommen; das sind Kohlestücke, die auf dem Kommutator schleifen und mit der äußeren Leitung verbunden sind.

Je nach der Schaltung der Ankerwicklung mit der Feldwicklung unterscheidet man *Reihenschluß-G.* (Feld und Anker in Reihe, Spannung stark belastungsabhängig) und *Nebenschluß-G.* (Feld und Anker parallel, geringe Spannungsabnahme bei Be-

lastung). Der *Doppelschluß-G.*, bei dem eine Reihenschluß- und eine Nebenschluß-Feldwicklung vorhanden ist, wird verwendet, wenn die Spannung unabhängig von der Belastung gleich bleiben soll.

Der *Ein- oder Dreiphasenwechselstrom-G.* (*Drehstrom-G.*) ist eine Synchronmaschine, die in ihrer heute üblichen Bauart (*Synchron-G.*) ein umlaufendes *Polrad* mit mehreren Magneten mit nach außen gerichteten Polen (Läufer) und einen den Läufer umschließenden feststehenden *Anker* (Ständer) aufweist. Der Läufer ist nur bei ganz kleinen Maschinen ein Dauermagnet, sonst immer ein Elektromagnet, der von einer besonderen Gleichstromquelle (Akku, meist aber Gleichstrom-G.: *Erregermaschine*) erregt wird. Der Ständer trägt an seiner Innenseite die in Ein- oder Dreiphasenwicklung (drei gleichabständig gegeneinander versetzte Wicklungszüge) angeordneten *Induktionsspulen*. Wird das Polrad gedreht, laufen dann die Pole mit ihren Feldern an den Ständerspulen vorbei und erzeugen dort durch Induktion den Einphasenwechsel- oder den Drehstrom. Ein G. mit umgekehrter Anordnung (Pole außen, Wicklungen innen) heißt *Äußenpolmaschine*.



Generator 2: Wechselstrommaschine mit Innenpol.

Als *Antriebsmaschinen* für G. dienen heute meist Dampf- (Turbo-G.) oder Wasserturbinen, doch auch Diesel- und Gasmotoren.

2) **GASTECHNIK:** ein Industrieofen zur Erzeugung von Generatorgas oder Holzgas, → Gas.
Geochemie, die Chemie der Erdkruste und des Erdinneren.

Geodäsie, Ausmessung der Erdoberfläche und Bestimmung der Figur der Erde. *Ausmessung* durch Basismessung (→ Basis), → Triangulation, in kleineren Bereichen durch trigonometr. Einscheiden, Streckenmessung, Polygonzüge und Kleinaufnahme mittels Winkelspiegel. Bestimmung der Höhen → Höhenmessung. Ein modernes Meßverfahren ist die → Photogrammetrie.

Die *Figur der Erde* wird durch Gradmessungen, Dreiecksnetzen vor allem in nord-süd. Richtung in Verbindung mit astronom. Breitenbestimmungen ermittelt. Man erhält dadurch das Erdellipsoid. Die genauere Gleichgewichtssfigur der Erde, das Geoid, wird durch weitere Methoden, das astronom. Nivellement und → Schweremessungen bestimmt.

Geodimeter, geodät. Entfernungsmesser, der mit Lichtstrahlen und Spiegeln nach dem Funkmeßprinzip arbeitet. Meßgenauigkeit bei einigen km einige Tausendstel Prozent. Ein entsprechendes amerikan.-kanad. Instrument heißt *Tellurimeter*.

Geoid, eine Fläche, die die Erdoberfläche dadurch angenähert darstellt, daß sie etwa in Höhe des mittleren Meeresniveaus verläuft und die Richtung der Schwerkraft (Lotlinie) überall senkrecht schneidet.

Geokorona, die äußere, vorwiegend aus Wasserstoff bestehende Gashülle der Erde, in 2000–20 000 km Höhe. Im Gegensatz zu der sehr heißen Sonnenkorona strahlt die G. im Sichtbaren nicht selbst, sondern streut lediglich die Lyman- α -Strahlung (1215 Å) der Sonne. Die Streustrahlung ist nur in Höhen über 80 km durch Satelliten und Raumsonden festzustellen.

Geologie, die Wissenschaft von der Zusammensetzung, dem Bau und der Geschichte der Erdkruste. Die *allgemeine G.* oder *dynamische G.* behandelt die geologisch wirksamen Kräfte (die Tätigkeit des Wassers, Eises, Windes, der Lebewesen), die Tektonik und das → Magma. Die *historische G.*

Geometrie – geradlinige Fläche

oder *Erdschichte* (auch *Stratigraphie* oder *Formationskunde*) lehrt die Kenntnis von der Aufeinanderfolge der Schichten mit ihren Versteinerungen, sowie die Paläogeographie. Als *regionale G.* wird die G. der einzelnen Länder und Erdteile, als angewandte G. die Auswertung geol. Kenntnisse und Methoden in Bergbau, Technik und Wirtschaftsleben bezeichnet. Mit den fossilen Lebewesen in der Erdrinde befaßt sich die *Paläontologie*.

GESCHICHTE. Geolog. Fragen wurden schon im Altertum und Mittelalter erörtert; geol. Forschung begann aber erst gegen Ende des 18. Jahrh. und leitete das „heroische Zeitalter der G.“ (1790–1830) ein. Das Wort G. wurde 1778 von DE LUC eingeführt. Dies brachte: die Auseinandersetzung zwischen „Vulkanisten“ (J. HUTTON, 1726–97) und „Neptunisten“ (A. G. WERNER, 1749–1817), mit WERNERS Geognosie das erste geschlossene Lehrgebäude, durch regionale Untersuchungen von L.V. BUCH, A.V. HUMBOLDT, FREIESLEBEN, PLAFAIR, CUVIER und verschiedenen anderen bahnbrechende Ergebnisse über Natur und Lagerung der Gesteine, Ausbildung und Folge der Formationen und somit das Grundgerüst der geol. Wissenschaft. In der Folgezeit verhalfen CH. LYELL und K. v. HOFF dem →Aktualismus zur Geltung. Die zweite Hälfte des 19. Jahrh. war durch regste Tätigkeit auf allen Gebieten gekennzeichnet. In Deutschland begründete BISCHOF die chem. G.; OPPEL und QUENSTEDT verbesserten die Grundlagen der Stratigraphie, NAUMANN, ROSENBUSCH, ZIRKEL schufen die petrograph. G. Der Schwede TORELL begründete die moderne Auffassung der Eiszeit; E. SUSS gab durch sein Werk „Das Antlitz der Erde“ (1883–1909) der tekton. Forschung eine bis heute nachwirkende Anregung. R. KETTNER: Allgemeine G., 4 Bde. (I 1958, II 1959, III 1959, IV 1961); W. S. LEHMANN: Prakt. G. (1960); K. v. BÜLOW: G. für Jedermann (1961); REUTER u. a.: Ingenieur-G. (1962).

Geometrie, ein Teil der Mathematik, die Lehre von den Eigenschaften der Figuren, unabhängig von deren Lage in der Ebene oder im Raum. Die G. ist bes. hervorgegangen aus der Landmessung der Ägypter und Babylonier, beginnt aber im heutigen Sinne erst mit den „Elementen“ von EUKLID VON ALEXANDRIA (um 300 v. Chr.), weil sie erst von da ab aus einigen wenigen, anschaulich einleuchtenden Sätzen (Axiomen) deduktiv entwickelt wurde (*synthetische G.*). – In der *analytischen G.* (DESCARTES 1637) werden die Punkte der Ebene und des Raumes durch →Koordinaten, also durch Zahlenpaare und Zahlentripel, festgelegt und damit die geometr. Fragen in Probleme der Algebra oder der Analysis (*Differential-G.* und *Integral-G.*) umgewandelt.

In die riesige Menge geometr. Sätze kann man nach einem von F. KLEIN 1872 in seinem *Erlanger Programm* entwickelten Gedanken dadurch Ordnung bringen, daß man diejenigen Sätze zur *euklidisch-metrischen G.* rechnet, die sich auf Eigenschaften der Figuren beziehen, die sich bei →Bewegungen nicht ändern, z. B. die Rechtwinkligkeit eines Dreiecks. Zur *affinen G.* gehören die Eigenschaften, die bei affinen →Transformationen invariant sind, d. h. bei denjenigen, bei denen das Verhältnis der Abstände je zweier Punktepaare auf einer Geraden sich nicht ändert, z. B. Parallelität zweier Geraden. Die affinen Transformationen bilden eine die Bewegungen enthaltende Gruppe. Bettet man den Raum in den auch noch die „unendlich fernen“ Punkte berücksichtigenden projektiven Raum ein, so gehört die *projektive G.* zur Gruppe der projektiven Transformationen, d. h. derjenigen, bei denen das →Doppelverhältnis von vier Punkten invariant bleibt. In dieser G. entfallen viele Ausnahmen; zwei Geraden schneiden einander z. B. stets in genau einem Punkt (auch dann, wenn sie „parallel“ sind). Zur Gruppe der umkehrbar eindeutigen und in beiden Richtungen stetigen Transformationen gehört die →Topologie.

Aus dem Axiomensystem einer G. darf kein Axiom und muß jeder Lehrsatz der betr. G. beweisbar sein. Zu neuen G. führt die Abänderung des Axiomen-

systems der euklidischen G. Bei Aufgabe des Satzes, daß durch einen außerhalb einer Geraden liegenden Punkt zu dieser Geraden nur eine Parallele gezogen werden kann (EUKLIDS Parallelenaxiom), gibt es zu dieser Geraden entweder keine oder unendl. viele Parallelen; diese beiden Fälle führen auf zwei verschiedene Typen in sich widerspruchsfreier *Nicht-euklidischer G.* (*Elliptische G.* und *Hyperbolische G.*). Eine weitere Verallgemeinerung bildet die →Riemannsche G.

GESCHICHTLICHES. Neben EUKLID waren berühmte Geometer des Altertums ARCHYTAS, HIPPOKRATES, ARCHIMEDES, APOLLONIOS. Von den Arabern übernahm das Abendland im 12. Jahrh. geometrische Kenntnisse und vervollständigte sie. Besonders verdient um die Ausgestaltung der G. sind PEURBACH, REGIOMONTANUS im 15. Jahrh., KEPLER, CAVALIERI und GULDIN im 16. Jahrh., GALILEI, DESARGUES, DESCARTES, PASCAL, HUYGENS, NEWTON, LEIBNIZ im 17. Jahrh., MAC LAURIN, EULER, LAGRANGE, MONGE im 18. Jahrh., PONCELET, STEINER, MÖBIUS, PLÜCKER, HESSE, GAUSS, LOBATSCHEWSKI, BOLYAI, RIEMANN, HILBERT, VEBLEN im 19. und 20. Jahrh.

E. SPERNER: Einf. in die analyt. G. und Algebra, 2 Bde. (I 1961, II 1961); W. BLASCHKE: Analyt. G. (1954), Projektive G. (1954); F. KLEIN: Elementarmathematik vom höheren Standpunkt aus (1925), Vorles. über Nicht-euklid. G. (1928); D. HILBERT: Grundl. der G. (1962).

geometrische Reihe, →Reihe.

geometrischer Ort, die Gesamtheit aller Punkte mit bestimmten, festen geometrischen Eigenschaften, z. B. der Kreis.

geometrisches Mittel, →Mittel.

Geophon, Erdhörer, Aufnahmegerät für Erschütterungswellen aus der Erde (z. B. Ausbreitung von Schall) zur Lagerstättenforschung im Bergbau, auch zum Aufsuchen von Undichtigkeiten und Bruchstellen unterird. Wasserdurchleitungen.

Geophysik, Physik der Erde, die Wissenschaft von den physikal. Zuständen und Vorgängen im festen Erdkörper (*eigentliche G.*), in der Wasserhülle (*physikalische Ozeanographie*) und in der Lufthülle (*Meteorologie*). Mit der Suche nach nutzbaren Lagerstätten (Erze, Erdöl) mit physikal. Methoden befaßt sich die angewandte G.

M. TOPFERZER: Lehrbuch d. allg. G. (1960).

Während des *internat. geophysikalischen Jahres* (1.7.1957–31.12.1958) wurden von allen Kulturenationen in gemeinsamem Programm alle geophysikal. Vorgänge der festen Erde, der Atmosphäre und des Meeres beobachtet. Im Vordergrund stand die Erforschung der Hochatmosphäre. Während die beiden Vorläufer (internat. Polarjahr 1882/83 u. 1932/33) sich auf die Polargebiete beschränkten, wurden jetzt ausgewählte Längen- und Breitenkreise bevorzugt. Besonders zahlreiche Expeditionen beteiligten sich an der Erforschung der Antarktis.

geostrophischer Wind, →Gradient.

Geosynklinale, orogen-tektonische Sammelmulde, die zu großer Tiefe absinkt und große Sedimentmächtigkeiten ansammelt läßt, und aus der Gebirgsfaltungszüge aufsteigen können.

Geotechnik, angewandte Mechanik des Bodens, insbes. als Baugrund (Baugrundmechanik).

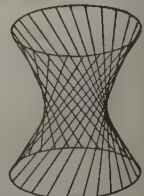
geothermische Tiefenstufe,

→Erde.

geozentrisches System, in Antike und Mittelalter gebräuchl. Weltssystem, bei dem die Erde im Mittelpunkt der Welt gedacht wurde, heute veraltet.

gerade Aufsteigung, Rektaszension, →astronomische Koordinaten.

geradlinige Fläche, Regelfläche, jede Fläche, die durch Bewegung einer Geraden im Raum erzeugt werden kann, wie z. B. Zylinder, Kegel, einschal. Hyperboloid.



geradlinige Fläche: einschaliges Hyperboloid

Geraniol, Bestandteil vieler wohlriechender (ätherischer) Öle (Geraniumöl, Rosenöl u. a.). G. ist ein ungesättigter Alkohol $(CH_2)_2C = CH - CH_2 - CH_2 - C(CH_3) = CH - CH_2 \cdot OH$. Der zugehörige Aldehyd, *Citral*, findet sich bes. im Zitronenöl. Aus *Citral* entsteht durch Kondensation mit Aceton das künstl. Violettparfüm *Pseudoionon*.

Geräteträger sind → Schlepper, die die Arbeitswerkzeuge in der Hauptsache vor, unter oder hinter sich tragen, statt sie, wie gewöhnlich, zu ziehen. Die Entwicklung zum G. ist bei allen Schlepperbaarten zu erkennen. Wichtig ist, daß die Rüstzeiten möglichst gering sind, und daß ein Mann die erforderlichen Umbauten vornehmen kann.

gerben, Gerberei, → Leder.

Gerbsäuren, im Pflanzenreich weitverbreitete Verbindungen, die mit Eisensalzen eine schwarze oder grüne Färbung (Tinte) geben, Eiweiß-, Leim- und Alkaloidlösungen fällen und die tierische Haut in Leder verwandeln (gerben). Zu den G. gehören z. B. *Gallussäure*, *Digallussäure*, *Tannin*. Gallussäure dient als zusammenziehendes Mittel, gegen Verbrennungen, zur Herstellung von Tinte und Beizen. Andere G. kommen in Katchu, Quebrachoholz und in Baumrinden, bes. der Eichenrinde, vor.

Germanin, *Bayer 205*, das Natriumsalz der Aminobenzoyl-aminomethylbenzoyl-aminonaphthyl-trisulfosäure, synthetisches, hochwirksames Heilmittel gegen Schlafkrankheit.

Germanium, *Ge*, chem. Element, das, ähnlich wie das verwandte → Silizium, Eigenschaften von Metallen mit solchen von Nichtmetallen in sich vereinigt; Ordnungszahl 32, Massenzahlen 74, 72, 70, 73, 76, Atomgewicht 72,59; Schmelzpunkt 958°C, Siedepunkt etwa 2700°C, Dichte 5,36 g/cm³. Geringe Anteile von G. finden sich in sehr vielen Mineralien, höhere Prozentsätze (bis etwa 7%) u. a. im *Argyrodit* (Sachsen) und im *Germanit* (Südwestafrika). Technisch wird das G., das in reiner Form in der Natur nicht vorkommt, meist durch Reduktion von G.-Oxid dargestellt, das z. B. als Nebenprodukt bei der Zinkgewinnung mit anfällt. G. ist sehr spröde und besitzt metall. Glanz. Es ist ein typischer → Halbleiter. G. von sehr hohem Reinheitsgrad wird in der Fernmeldetechnik für → Detektoren und → Transistoren benötigt. G. wird manchmal auch als Legierungszusatz, z. B. für Aluminiumlegierungen verwendet. Die Verbindungen des G. sind zwei- und vierwertig und entsprechen in vieler Hinsicht denen des Kohlenstoffs.

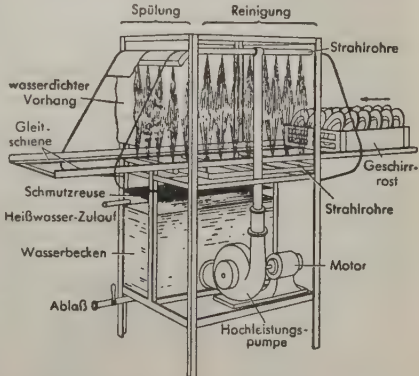
Geruchverschluss, *Wasserverschluß*, ein U-förmig gekrümmtes, lotrecht stehendes, mit Wasser gefülltes Rohrstück, das in Gefälleleitungen eingebaut wird, um den Durchtritt von Luft und von schädlichen, auch explosiven Gasen zu verhindern.

Gerüst, Hilfsbau aus Böcken, Stangen (Rüstbäumen) usw. bei der Errichtung und Ausbesserung von Bauwerken. Nach Ausführung und Zweck unterscheidet man: *Bock-G.* aus Holzböcken; *Stand-G.* aus Rüstbäumen, darunter einfache *Stangenrüstungen* mit Abstützungen im Mauerwerk als *Mauer- und Schuterrüstung*, *freistehende Rüstung* als *Putzerrüstung* für Außenputzarbeiten, *abgebundene Rüstung*, eine gezimmerte Rüstung für schwere Lasten, *Leiter-G.*, mit einzelnen hohen Leitern errichtet und mit Brettern belegt; *Stieges G.* oder *Ausleger-G.* für kleine Instandsetzungsarbeiten mit Auslegerbalken aus Mauer- oder Dachöffnungen; *Roll-G.*, auf Rädern oder Rollen längs der Mauerfront vorfahrbar; *Hänge-G.* zum Ausbessern von Türmen, hohen Dächern usw., an einem Flaschenzug aufgehängt. *Lehr-G.* sind vorübergehend aufgebaute Holz-G., über denen man z. B. einen Torbogen aufmauert; sie dienen zur Formgebung („Lehre“) und zum Abstützen. Neuerdings werden vielfach *Stahlrohr-G.* aus genormten Teilen benutzt.

Geschiebe. 1) *Fluß-G.* sind an der Sohle des Flußbettes vom Wasser mitgeführte, mehr oder weniger abgerollte Gesteinsstücke, in Wildbächen von Blocksgröße, Schotter, Kies und Sand bis zu feinsten Sinkstoffen wie Schlamm, Schlick (hauptsäch-

lich aus Tonteilen). Die zweckmäßige Abführung der G. ist eine wichtige Aufgabe des Flußbaues. 2) *Gletscher-G.* sind von den Grundmoränen der Gletscher geformte und oft über weite Strecken geförderte Fels- und Gesteinsstücke.

Geschirrspüler, Gerät zum Waschen und Trocknen gebrauchter Eßgeschirre und -bestecke. Das Geschirr wird in offene, unten mit Gitter versehene, kastenartige Holzgestelle geordnet und von allen



Geschirrspüler (die Gehäusewände sind entfernt)

Seiten unter sehr starkem Druck mit heißem Wasser (80–85°C) bespritzt; Abtrocknen und Polieren ist meist nur in geringem Maße erforderlich, da die Hitze des Geschirrs das Spülwasser zur Verdunstung bringt. Stündl. Leistung bei großen G. bis zu 240 Geschirrkästen.

Geschlechtshormone, → Sexualhormone.

Geschoß, 1) **BAUFACH**: Stockwerk. Die *G.-Höhe* wird gerechnet von Oberkante Fußboden bis zu Oberkante Fußboden des darüberliegenden G.

2) **WAFFENTECHNIK**: ein Flug- oder Wurfkörper.

Geschütz, **WAFFENTECHNIK**: Alle heute gebräuchlichen G. sind Hinterlader. Das *Rohr* besteht aus Stahl und ist meist mit Mündungsbremse versehen. G.-Rohre werden immer mehr aus schwachlegierten Stählen (Nickel, Chrom, Molybdän) geschmiedet, geglättet, durch Drehen und Bohren bis nahe auf das Endmaß bearbeitet, vergütet, mit 12–64 Drallturnen (Zügen, → Drall) versehen und gehont. Gegen Ende des 2. Weltkrieges hat man Rohre kleineren Kalibers durch Einhämmern auf Sondermaschinen mit Zügen versehen. Das *Kern-* oder *Seelenrohr* wird in der Regel durch Aufschrupfen von Ringen (*Ringrohr*) oder eines Mantels (*Mantelrohr*) oder durch Umwickeln unter Spannung von draht-, band- oder stabförmigem Stahl versteift. Das Kernrohr enthält meist noch ein die Züge tragendes *Futterrohr*, das leicht ausgewechselt werden kann. Man versieht ferner Kernrohre mit Ringen, über die ein Mantel geschrupft ist (*Mantelringrohre*). Bei langen Rohren hat die Weiterentwicklung zum *steiligen Rohraufbau* (RHEINMETALL-BORSIG) geführt. Der *Verschluß* ist bei deutschen G. überwiegend ein *Schubkurbelwechsel-Verschluß*, bei dem ein flacher Keil in Führungsrinnen waagrecht oder senkrecht gleitet, bei russ., engl. und franz. G. vornehmlich ein *Schraubenverschluß*. G. mit großer Feuergeschwindigkeit (u. a. Pak, Flak) besitzen *automat.* oder *halbautomat. Verschüsse*; bei ersteren wird der Rohrrück- und -vorrücklauf zum Öffnen des Verschusses, Spannen der Schlagfeder, Auswerfen der Kartusche und Betätigen einer Feder ausgenutzt, die den Verschluß nach Einführung der neuen Patrone schließt, bei letzteren bleibt der Verschluß nach dem Vorlauf des Rohres geöffnet. – Das Rohr in *Rohrwiege* mit Rohrbremse und mit Druckluft oder Feder arbeitenden Vorholseinrichtung (*Luft-* oder *Federvorholer*) ruht in der *Lafette*. Ober- und Unterlafette) mit

Geschwindigkeit – Getriebe

Höhenrichtmaschine, Gewichtsausgleicher, Seitenrichtmaschine, Zieleinrichtung und meist mit Schutzschild. Moderne G. werden entweder elektrisch oder durch Erschütterung abgefeuert. Dabei wird eine Zündvorrichtung durch elektr. Strom oder durch einen Hammer gezündet, die wiederum die eigentl. Treibladung zündet. Der dadurch entstehende extrem hohe Gasdruck dichtet den Raum hinter dem Geschoß ab und treibt das Geschoß nach vorn.

Geschwindigkeit, bei *gleichförmiger Bewegung* der in der Zeiteinheit zurückgelegte Weg. Bei *ungleichförmigen Bewegungen* (→ Beschießung) betrachtet man die Bewegung in genügend kleinen Zeitintervallen als annähernd gleichförmig (→ Differentialrechnung); man spricht dann von einer *Momentan-G.*, die sich mit der Zeit ändert. Maßeinheiten der G. sind cm/s, m/s, km/h, Knoten (= sm/h in der Seefahrt) u. a. Bei Drehbewegungen ist die *Winkel-G.* der in der Zeiteinheit überstrichene Winkel. Wenn der Winkel im Bogenmaß, die Zeit in s gemessen werden, ist die Winkelgeschwindigkeit gleich $2\pi \cdot$ Zahl der Umdrehungen/s. *Umlauf-G.* nennt man den von einem Peripheriepunkt in der Zeiteinheit zurückgelegten Weg. – Die *Lichtgeschwindigkeit* (299 792 km/s) bildet nach der → Relativitätstheorie die natürliche obere Grenze aller überhaupt möglichen G., mit denen Materie oder Energie sich bewegen können. G., die klein sind gegen die Licht-G., addieren sich vektoriell, d. h.

VERSCHIEDENE GESCHWINDIGKEITEN IN m/s

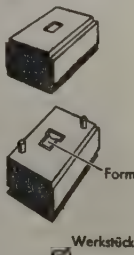
Wachstum des Haares . . .	0,000 000 003
Gletscher	0,000 006
Schnecke	0,001 5
Fußgänger	1,5
Wettläufer	9
Brieftaube	17
Rennpferd, Jagdhund . . .	25
Orkan	45
Schwalbe	89
Schall in Luft bei 0° C, 1 atm	331,7
Punkt am Äquator	464
Karabinergeschoß (Anfangsgeschwindigkeit)	870
Wasserstoffmolekül bei 0° C	1843
Meteor bei Fall zur Erde . .	11 000
Erde auf der Bahn um die Sonne	29 760
Elektromagnet. Wellen . . .	299 792 000

nach dem Parallelogrammsatz, *relativistische G.*, d. h. solche, die mit der Licht-G. vergleichbar sind, nach dem *relativistischen Additionstheorem* der G., → Relativitätstheorie.

Sehr hohe G., z. B. von Sternen, Meteoren, Flugzeugen, auch von Molekularstrahlen, lassen sich mittelbar mit Hilfe des → Doppler-Effekts bestimmen. Geräte zur Messung von *Fahrzeug-G.* sind → Tachometer. *G. von Wasserfahrzeugen* werden mit dem → Log, d. h. durch Messung der Strömungs-G. des Wassers, *Flug-G.* mit Staudruckmessern (Staudröhr), Gesamtdruckmessern (Pitotrohr) oder Meßpropellern bestimmt (→ Druck). Mit den gleichen Druckmessern lassen sich auch *Strömungs-G.* von Gasen und Flüssigkeiten bestimmen.

Gesenk, 1) METALLBEARBEITUNG: eine geteilte Hohlform zur Warm- oder Kaltumformung unter Hämmern oder Pressen (z. B. Schmieden, Kaltpressen, Kalibrieren, Prägen). Das *Ober-G.* wird im Hammerbären oder Pressenstoß befestigt; das *Unter-G.* befindet sich auf der Schabotte oder dem Pressentisch und kann bei komplizierten Formen mehrteilig ausgeführt sein. Im Kraftwagenbau werden u. a. mit G. ganze Karosserieteile und Kotflügel aus Blechen hergestellt.

2) BERGBAU: Blindschacht, der von oben nach unten niedergebracht (abgeteuft) wurde.



Gesenk mit gerader Teilung

Gesteine, Mineralgemenge, aus denen sich die Erdkruste zusammensetzt. Sie bestehen meist aus mehreren Mineralarten und enthalten häufig auch glasige Substanz. Die G. werden ihrer Entstehung nach eingeteilt in 1) *magmatische G.* oder *Eruptiv-G.*, gebildet durch Erstarrung von schmelzflüssigem Magma, 2) *Sediment-G.*, entstanden durch Verwitterung anderer G. und Ablagerung der Verwitterungsprodukte, 3) *kristalline Schiefer* oder *metamorphe G.*, durch Gebirgsdruck, hohe Temperaturen, Dämpfe und Gase umgewandelte magmatische G. und Sedimente, z. B. die Gneise, Glimmer-, Tonschiefer, Marmore und Dolomite.

Bei den magmatischen G. unterscheidet man langsam erstarrte und daher grobkörnige *Tiefengesteine* und an der Oberfläche rascher erstarrende feinkörnige, z. T. glasige *Ergußgesteine*, ferner nach dem Kieselsäuregehalt *saurer* (etwa 65 bis 75 % SiO₂) und *basische* (40 bis 50 % SiO₂) G.

ÜBERSICHT ÜBER DIE MAGMATISCHEN GESTEINE

SiO ₂ -Gehalt um	Tiefen-G.	Erguß-G.	
		alt	jung
70 %	Granit	Quarzporphyr	Liparit
60 %	Syenit	Porphyr	Trachyt
	Diorit	Porphyr	Andesit
50 %	Gabbro	Diabas, Melaphyr	Basalt
40 %	Peridotit		

Sedimentgesteine können lose sein (Sand, Schotter, Ton) oder verfestigt (Sandstein, Konglomerat, Schiefer-ton) oder aus Lösungen ausgeschieden (Gips, Salze); Kalksteine und Kreide werden zum großen Teil von Muschel- und Schnecken-schalen gebildet.

LINCK-JUNG: Grundriß der Mineralogie u. Petrographie (1960).

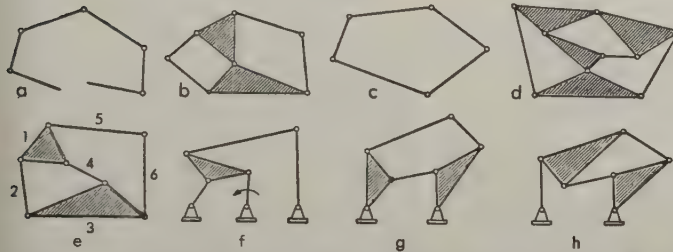
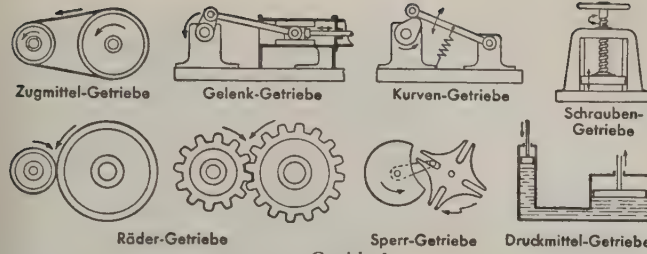
Getriebe, alle mechan. Einrichtungen zur Weiterleitung oder Umformung von Bewegungen mit stets wenigstens drei festen Gliedern, und zwar je einem für *Antrieb* und *Abtrieb*, sowie dem *Gestell*. Als Grund-G. werden unterschieden: *Räder-G.*, *Schrauben-G.*, *Kurven-G.*, *Gelenk-G.*, *Sperr-G.*, *Zugmittel-G.*, *Druckmittel-G.* (BILD 1).

Die in → Elementenpaaren sich berührenden, gegeneinander beweglichen Glieder bilden eine *kinematische Kette*. Die Kette ist *geschlossen*, wenn jedes der Glieder mit wenigstens zwei anderen Gliedern der Kette verbunden ist, andernfalls *offen*. Sind die Relativbewegungen der Glieder einer geschlossenen Kette eindeutig bestimmt, d. h. verursachen Lagenänderungen zweier Glieder gegeneinander ganz bestimmte Lagenänderungen aller übrigen Glieder, so ist der Freiheitsgrad der Kette $f=1$, sie ist *zwangsläufig geschlossen*. In einer *zwanglos* geschlossenen Kette mit $f \geq 2$ sind die Relativbewegungen der Glieder nicht mehr bestimmt, während eine *übergeschlossene Kette* ($f \leq 0$) eine gegenseitige Beweglichkeit der Glieder ausschließt (BILD 2). Da jedes Glied der Kette Gestell werden kann, erhält man aus einer kinemat. Kette so viele G., wie diese Glieder besitzt. Dabei können einzelne G. kinematisch gleichwertig sein. So erhält man z. B. aus der einen sechsgliedrigen zwangsläufig geschlossenen Kette insgesamt drei verschiedenartige G. (BILD 2, c–h). Der Wechsel von einem Gestellglied zum anderen heißt *kinemat. Vertauschung*.

Periodische G. haben einen ungleichförmigen Bewegungszusammenhang zwischen Antriebs- und Abtriebsglied, der aber eine periodische Wiederkehr zeigt, z. B. bei Kurven- und Sperr-G. Stufenlose mechan. G. → Kraftwagengetriebe.

In der *G.-Analyse* werden bekannte G. in Aufbau und Bewegungseigenschaften untersucht. Die *G.-Synthese* schafft die getriebel. Mittel für die Verwirklichung vorgegebener Bewegungen. Der Weg hierzu führt über die *Zahlsynthese*, d. h. die Bestimmung der mögl. Getriebeformen zur *Maßsynthese*. Diese stellt die Konstruktions- und Rechenverfahren bereit.

O. KRAEMER: G.-Lehre (1963).



Getriebe 2: kinematische Ketten a offen, b zwangsläufig geschlossen, c zwanglos geschlossen, f = 2; d übergeschlossen, f = 0; e sechsgliedrig; durch Feststellung verschiedener Glieder ergeben sich verschiedene Getriebeformen: f (Gestell 1, 3), g (Gestell 2, 4) und h (Gestell 5, 6).

Getter, großflächige Niederschläge zur Bindung der Restgase in hochevakuierten Röhren, die nach Beendigung des Pumpvorganges durch Verdampfung erzeugt werden. Als G. werden benutzt: gelber Phosphor, Aluminium, Magnesium, Kalzium, Strontium, Barium, Mischmetall (aktive Bestandteile: Zerium und Lanthan).

Getter-Ionen-Pumpen werden im Hoch- und Ultravakuumgebiet (10^{-6} bis 10^{-10} Torr) verwendet (Sauggeschwindigkeit bis 10 000 l/s).

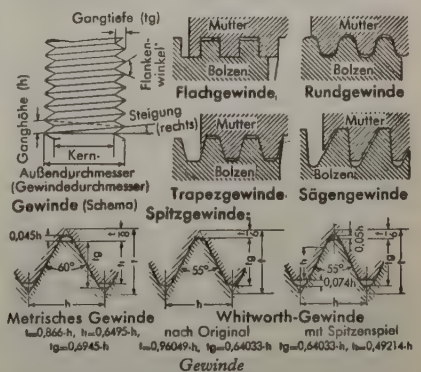
Gewebe, flächenförmiges Textilerzeugnis aus mindestens 2 sich rechtwinklig kreuzenden Fadensystemen, von denen die *Kette* in der Längsrichtung des G., der *Schuss* senkrecht dazu verläuft. Die gesetzmäßige Fadenverkreuzung heißt $\rightarrow$ Bindung. Dreidimensional sind die $\rightarrow$ Florgewebe.

Gewicht, in strengem Sinne die im Schwerfeld der Erde auf einen Körper ausgeübte Kraft. Ein Körper der Masse m hat das G. mg (g = Fallbeschleunigung, Schwerebeschleunigung; $\rightarrow$ Fall). Das G. ist wie die Fallbeschleunigung von der geograph. Breite abhängig. Seine Maßeinheiten sind gleich denen der $\rightarrow$ Kraft. – Beim Wiegen mit der gewöhnl. Balkenwaage, bei dem die Bestimmung eines G. auf eine Massenbestimmung zurückgeführt wird, nennt man auch die geeichten Vergleichsmassen G. In Wirtschaft, Technik und im täglichen Sprachgebrauch verwendet man deshalb als Maßeinheiten des G. die Einheiten der $\rightarrow$ Masse.

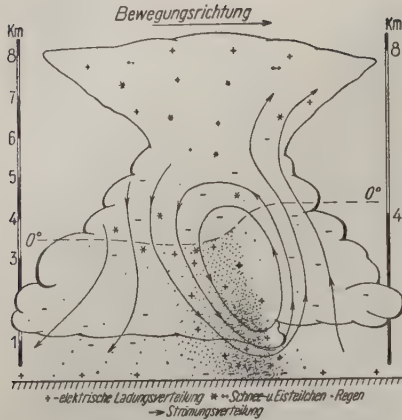
Gewichtsräometer, ein $\rightarrow$ Aräometer zur Bestimmung des spezif. Gewichts fester Körper, das oben einen Teller und unten (in der Flüssigkeit) ein Sieb trägt. Das G. wird zunächst durch Auflegen des zu messenden Körpers, darauf durch Auflegen einer entsprechenden Anzahl Gewichtstücke zum Eintauchen bis zu einer bestimmten Marke gebracht. Dadurch erhält man das Gewicht des Körpers. Dann wird auf gleiche Weise durch Einbringen des Körpers in das Sieb das Gewicht des von ihm verdrängten Wassers ermittelt. Der Quotient beider Meßergebnisse ist das gesuchte spezif. Gewicht.

Gewinde an Schrauben und Muttern erscheint als *Außen-* und *Innen-G.*, als *rechts-* oder *linksgängiges G.*, je nachdem der Gewindegang nach rechts oder links ansteigt. *Scharfgängige G.* haben drei-

Gewindeeinsatz, dient zur Befestigung von Schrauben in Werkstoffen geringer Scherfestigkeit (Holz, Kunststoffe, Leichtmetall). Entweder eine konische Stahl- oder Messingbuchse mit Innen- und Außengewinde, an einem Ende kreuzweise geschlitzt. Bei der Montage der Schraube wird der G. am geschlitzten Ende gespreizt und mit dem Werkzeug verspannt; oder eine federnde, mit Spezialwerkzeug montierte Stahldrahtspirale, die durch ihre Spannung rüttelsicheren Sitz und gleichmäßiges Tragen aller Gewindegänge garantiert.



Gewitter, heftige, meist kurzdauernde Niederschläge (Schauer), die von $\rightarrow$ Blitz und $\rightarrow$ Donner begleitet sind. Ein G. entsteht in einer aufquellenden Haufenwolke, wenn in ihr Wassertropfen und Eisteilchen nebeneinander vorkommen. Reine *Wärme-G.*, die nur durch Überhitzung vom Boden her entstehen, sind in gemäßigten Breiten ziemlich selten; sie bilden sich gern nachmittags an isolierten Gipfeln oder Kämmen aus. *Front-G.* werden ausgelöst durch Einströmen kälterer Luft und leiten im Sommer häufig eine Umgestaltung der Wetterlage ein. Voraussetzung jedes G. ist die Ladungstrennung



Gewitter: schematischer Aufbau einer Gewitterwolke

im Innern der G.-Wolke (positive Raumladung oben, negative unten) bei Temperaturen unter 0°C . Die fallenden Niederschlags-elemente fangen die aufwärts wandernden (negativen) Ionen auf; die aufsteigende Luft erhält so eine mit der Höhe zunehmende positive Raumladung, und bei den Niederschlägen im Abwind überwiegt die positive Ladung ebenfalls. Diese Vorgänge erklären die Ladungstrennung sowie den raschen Wiederaufbau des elektr. Feldes nach jeder Blitzentladung.

Gewölbe, 1) BAUTECHNIK: eine gebogene Raumdecke, auch ein von einer solchen Decke überdeckter Raum. Formen: *Tonnen-G.*, G. mit halbkreisförm. Bogen; *Kreuz-G.*, eine Durchdringung von zwei rechtwinklig sich kreuzenden Tonnen-G.; *Kloster- oder Hauben-G.*, eine Zusammenstellung aus mehreren einander zugeordneten Halbkreis-sektoren; *Mulden-G.* in Form eines nach oben spitz zugehenden Bogens; *Spiegel-G.*, ein abgeplattetes Mulden-gewölbe; *Rippen-G.*, ein G., bei dem vorspringende gemauerte Rippen die Gesamtlast tragen; bei *Fächer- und Palmetten-G.* strahlen von einem Pfeiler mehrere Rippen aus.

2) GEOLOGIE: eine großräumige, altangelegte und durch geol. Perioden hindurch immer wieder belegbare Antiklinale (Sattel).

Geysir, Geisir, Geiser, heiße Quelle, die in meist regelmäßigen Zeitabständen ihr Wasser springbrunnenartig hochwirft. G. finden sich nur auf vulkan. Boden (z. B. Island). Aus einem Reservoir (See, Quelle) rinnt dauernd Wasser in eine unterirdische Höhlung, die durch heißes Gestein geheizt wird und mit der Erdoberfläche durch eine lange, enge Röhre verbunden ist. Der Druck des in der Röhre stehenden Wassers erhöht den Siedepunkt des in der Höhlung erhitzten Wassers. Wenn der Dampfdruck den stat. Druck übertrifft, wird ein Teil des überlagerten Wassers abgelassen. Dadurch sinkt der stat. Druck schnell ab, so daß das Sieden explosionsartig einsetzt. Der Dampf schleudert den Großteil des Wassers nach außen. Kühleres Wasser dringt so gleich nach, und der Vorgang beginnt von neuem.

Gezeiten, Tiden, die infolge Massenwirkung

(„Anziehungskraft“) durch Mond und Sonne verursachten rhythm. Schwankungen des Meeresspiegels, der Atmosphäre und der festen Erdoberfläche mit einer Periode von meist 12–13 Sonnenstunden. Die G. werden an den Pegeln beobachtet. Das Steigen des Wassers vom Niedrigwasser bis Hochwasser heißt *Flut*, das Fallen *Ebbe*, die Dauer des Steigens *Flut- oder Steigdauer*, des Fallens *Ebb- oder Fall-dauer*; beide sind nicht gleich lang und ergeben zusammen eine *Tide*. Die Umkehr von Ebbe zu Flut und von Flut zu Ebbe ist das *Kentern* der Gezeit. Durch Eintragen der Linien gleichen mittleren Hochwasser-Zeitunterschiedes gegen den Meridian-durchgang des Mondes in Greenwich erhält man die *Flutstundenlinien*; diese bilden z. B. in der Nordsee Figuren, die sich um 3 Knotenpunkte anordnen: a) mittlere Nordsee in etwa 57°N , 5°O ; b) Skagerrak vor der norwegischen Küste bei Christiansand; c) in den Hoofden; und zwar so, daß sie um diese Punkte in einer Tide herumlaufen. Diese *Amphidromien* sind gleichzeitig auch die Punkte der geringsten *Tidenhube*, die von hier aus gegen die Küsten steigen.

Bei der Bildung der G. überwiegt der Einfluß des Mondes; der Einfluß der Sonne macht sich vorwiegend in dem wechselnden G.-Hub bemerkbar. Stehen Mond und Sonne mit der Erde in einer Richtung (Neumond und Vollmond), so bewirken ihre sich verstärkenden Kräfte hohe Hochwasser und niedrige Niedrigwasser, also einen großen G.-Hub (*Spring-G.*, *Springtide*); ist erstes oder letztes Mondviertel, so schwächen sich ihre Kräfte (*Nipp-G.*, *Nipp tide*). Der auf der Seite des Mondes um die Erde laufenden Flutwelle entspricht eine zweite auf der abgelegenen Erde, so daß innerhalb eines Tages meist zwei Hoch- und zwei Niedrigwasser eintreten. – G. der Atmosphäre äußern sich u. a. in dem Gang der Luftdruckverteilung mit einer Periode von 12 Mondstunden. – Die Einwirkung fluterzeugender Kräfte wird u. a. an Horizontalpendeln und Gravimetern gemessen.

In der ASTRONOMIE werden die Wirkungen von G.-Kräften nicht selten bei Himmelskörpern beobachtet. Der Mond scheint einen zur Erde gerichteten Gezeitenwulst von wenigen km zu haben. Viel größere Wulste haben die Komponenten enger Doppelsystemen. Die in ihrer Verbindungslinie liegenden größten Achsen verhalten sich zu den senkrecht daraufstehenden kleinsten Achsen wie 1:0,9 bis 1:0,6. Bei zufälligen nahen Begegnungen von Sternen treten deformierende G. auf, die nach theoret. Untersuchungen zur Bildung von Doppelsternen oder Planetensystemen führen können.

A. DEFANT: Ebbe u. Flut d. Meeres, d. Atmosphäre u. d. Erdkruste (1953).

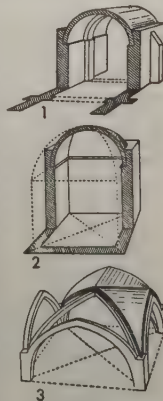
Gezeitenkraftwerk, Flutkraftwerk, ein Wasserkraftwerk, das Ebbe und Flut ausnutzt. Bei Flut strömt Meerwasser in große Becken ein, aus denen es bei Ebbe in das Meer zurückfließt und dabei Turbinen antreibt.

Gibberelline, Wuchsstoffe, die in bestimmten Mikroorganismen (*Gibberella*, *Fusarium*) gebildet werden und das Längenwachstum von Pflanzen beschleunigen können.

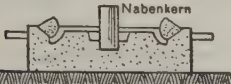
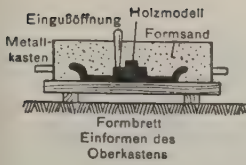
Gicht, die Abdeckung des oberen Teiles eines Schachtofens (→ Industrieöfen). **Gichtgas,** das aus der G. entweichende Hochfengas (→ Eisen).

gieren, seitliche Bewegung eines schräg vom Wind oder Wasser angeströmten Körpers. Längs- und Querseilfähren werden in „Gierstellung“ durch die Strömung von Ufer zu Ufer bewegt.

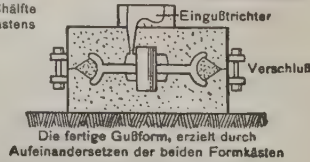
Gießerei, die Herstellung metallischer Gegenstände durch Gießen. In der *Eisen- und Stahl-G.* unterscheidet man *Blockguß*, das Herstellen von Blöcken oder Platten, die noch weiter verformt werden, und *Formguß oder Fertigguß*, dabei nach dem Formmaterial *Sandguß* und *Kokillenguß*. Zur Herstellung einer Sandform (*Formerei*) wird nach der Konstruktionszeichnung ein genaues Holzmodell angefertigt und im Formsand abgedrückt; Öffnungen im Gegenstand (Zapfenlöcher, Wellendurchgänge) werden durch Kerne ausgespart. Die Sandform wird nach jedem Guß unbrauchbar, während



Gewölbe: 1 Tonnen-gewölbe mit Gurtbogen, 2 Kloster-gewölbe, 3 Kreuzrippen-gewölbe.



Abheben der beiden eingetragenen Kisten, Herausnahme der beiden Modellhälften und Einsetzen der Kerne



Giesserei: Schema einer Kastenformerei (Einformen eines Rillenrades)

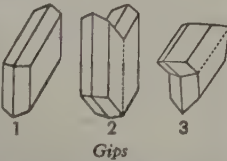
die teurere Metallkokille viele Güsse aushält. Das Gießen selbst geschieht meist mit Giéßpfannen von Hand oder mittels Kränen. Nach der Art des Füllens der Form unterscheidet man *liegenden Guß* (liegende Platten), *stehenden Guß* (hohe Blöcke), *steigenden Guß* (hier tritt der Guß durch einen getrennt angeordneten Trichter und Kanal von unten in die Form und steigt nach oben), *Schleuderguß*, den Guß in rasch rotierenden Kokillen zur Herstellung von Rohren u. a. Hohlkörpern, *Druckguß*, bei dem die Schmelze aus einem Behälter in eine Kokille gepreßt wird, *kontinuierlichen Strangguß*, bei dem in eine zunächst unten verschlossene, aber nachher sich öffnende Kokille gegossen wird, aus der der Block unten laufend austritt und nach Erreichen bestimmter Länge abgeschnitten wird. *Eisenguß* wird aus Gußeisen ($\rightarrow$ Eisen), *Grauguß* aus grauem Roheisen, *Hartguß* aus weißem oder halbiertem Roheisen, *Stahlguß* in der Hauptmenge aus Flußstahl hergestellt. Nach dem Erkalten werden die Gußstücke in der Putzerei gereinigt.

H. BORCHERS: Metallkunde, Tl. II (*, 1959).

Giéßmaschine, 1) eine Maschine zum Eingießen von Metallen oder auch Kunststoffen in Formen.

2) eine Maschine zum Gießen der $\rightarrow$ Lettern oder Zeilen ($\rightarrow$ Schriftgiesserei).

Gips, monoklines Mineral, Kalziumsulfat $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, meist farblos oder weiß, Härte 2, biegsam, häufig auch in großen klaren, parallel zu den großen

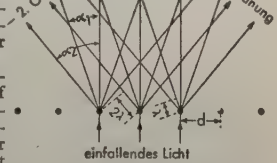


Gips

Seitenflächen (BILD, 1) vollkommen spaltbaren Kristallen, gespalten als *Marienglas* bekannt, oft verzwingelt (*Schwalbenschwanzzwillinge*, BILD, 2 u. 3) G. bildet bes. zus. mit Steinsalz mächtige Gesteinsschichten. *Alabaster*, ein feinkörniger, weißer G., wird ähnlich wie Marmor verwendet. G. verliert durch Erhitzen (Brennen) sein Kristallwasser ganz oder teilweise, nimmt es jedoch, mit Wasser vermischt, wieder auf. Bei 80°C geht er in das Halhydrat $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ über (*Modell-G.*, bis 300°C *Stuck-G.*). Bei 300°C wird er wasserfrei; die Wasseraufnahme des wasserfreien G. erfolgt meist nur langsam (*Putz-G.*, bis 780°C , *Estrich-G.*, bis 1000°C gebrannt) oder fast gar nicht (*totgebrannter G.*, $300\text{--}320^\circ\text{C}$).

Gitter, 1) optisches G., *Beugungs-G.*, System vieler paralleler beugender Spalte ($\rightarrow$ Beugung) zur Erzeugung eines Spektrums. Helligkeit wird dort beobachtet, wo der Wegunterschied für das von zwei benachbarten Spalten austretende Licht ein ganzes Vielfaches n der Wellenlänge λ beträgt, also für den Wegunterschied null, 1λ , 2λ , 3λ usw. (nullte, 1., 2., 3. usw. *Ordnung*), allgemein $n\lambda$ (BILD 1). Im Gegensatz zum Prisma wird 1) kurzwelliges Licht

weniger abgelenkt als langwelliges, und 2) ist der Sinus des Ablenkungswinkels, bei kleinen Winkeln also nahezu der Winkel selbst, proportional der Wellenlänge. Dies ermöglicht die absolute Messung der Wellenlänge aus einer Längen- und einer Winkelmessung. – Die heute gebräuchl. G. werden mit einer Diamantspitze für durchfallendes Licht auf ebene Glasplatten (*Transmissions-G.*) und für reflektiertes Licht auf Platten aus Spiegelmetall



Gitter 1: Strichgitter, Transmissionsgitter im Schnitt.

(*Reflexions-G.*) geritzt. Hohlspiegel als G.-Träger (*Konkav-G.*) bilden gleichzeitig ab und sind auch im Ultraviolett und im Ultraroten brauchbar. Beim *Echelette-G.* (Wood) kann der Hauptteil der Lichtenergie durch treppenartig geformte Gitterfurchen in eine bestimmte Ordnung gelenkt werden. Bes. großes Auflösungsvermögen hat das *Stufen-G.* von MICHELSON (BILD 2).

F. KOHLRAUSCH: Prakt. Physik I (1960).

2) NACHRICHTENTECHNIK: die zwischen Anode und Kathode von $\rightarrow$ Elektronenröhren eingeschalteten Steuer-, Schirm- und Hilfselektroden.

Glanzblech, Feinblech aus Stahl mit einem Schutzüberzug von Eisen(II, III)-oxid.

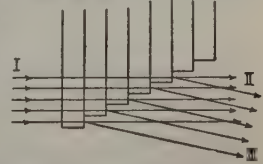
Glanze, metallisch glänzende, meist graue Sulfidmineralien, z. B. Blei-, Silber-, Antimon-G.

Glas (TAPEL Glas und Glasbau), ein aus glutflüssiger Schmelze amorph erstarrtes Gemisch aus Kieselsäure (Silikat) und Metalloxiden.

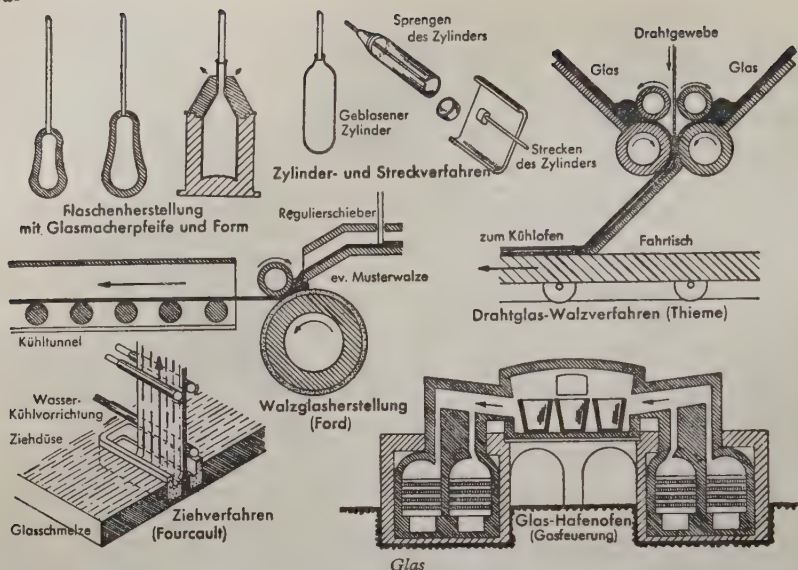
BESTANDTEILE, SCHMELZE, KÜHLUNG. Übliches G. enthält 65–75 % Kieselsäure, 10–20 % Alkalien und 10–20 % gebrannten Kalk.

ZUSAMMENSETZUNG EINES FENSTERGLASES

Kieselsäure	SiO_2	73 %
Tonerde	Al_2O_3	1 %
Natriumoxid	Na_2O	12 %
Kalziumoxid	CaO	10 %
Magnesiumoxid	MgO	3,5 %
Schwefeltrioxid	SO_3	0,5 %
		100 %



Gitter 2: Stufengitter; I einfallendes Licht, II unabgelenktes Licht, III abgelenktes Licht.



Die Kieselsäure (Quarzsand) ist der eigentliche Glasbildner; Soda (oder Pottasche) dient als Flußmittel zur Einleitung und Förderung der Schmelze, die Erdalkalien (Kalkstein, Dolomit u. a.) sichern die chem. und mechan. Haltbarkeit. Sondergläser wie *Geräte-G.*, *optisches G.*, *Bleikristall* u. ä. haben meist stark abweichende Zusammensetzung.

Die Rohstoffe werden teils mehlfein, teils körnig gemahlen und innig vermischt („Gemenge“) dem Ofen zugeführt und bei 1400–1600°C geschmolzen und geläutert; die Verarbeitung erfolgt bei 900 bis 1200°C. Zum Schmelzen dienen entweder Einzelhäfen aus hochfeuerfestem Material oder aus ebensolchen Steinen gemauerte und überwölbte Wannen mit einem Fassungsvermögen bis zu 1250 t Schmelzgut. Geheizt wird mit vorerhitztem Gas-Luft-Gemisch, teilweise auch elektrisch. Wichtig ist die Kühlung des fertigen G.; von ihr ist die Homogenität, das Spannungsgleichgewicht und damit die Haltbarkeit stark abhängig. Sie kann je nach G.-Art und G.-Dicke einige Minuten bis zu mehreren Monaten beanspruchen.

FORMGEBUNG. 1) Zum *Blasen* dient die Glasbläserpfeife, ein 1–1½ m langes Eisenrohr mit Mundstück; der G.-Bläser nimmt damit einen Posten der honigartig zähflüssigen Schmelze aus dem Hafen und gibt ihm durch Blasen, Schwenken, Drehen, Wälzen auf einer ebenen Unterlage, zum Schluß meist durch Einblasen in eine Hohlform die gewollte Gestalt. Massenware (bes. Flaschen, Verpackungsgläser, Glühlampen- und Radioröhrenkolben) wird auf halb- oder vollautomatischen Maschinen geblasen. In kleinen Mengen werden auch Flach-G. wie *Antik-G.*, *Farb-G.* u. ä. geblasen, indem ein mundgeblasener Zylinder aufgesprengt und im „Streckofen“ flach ausgebreitet wird.

2) *Preß-G.* (z. B. einfaches Haushalts-G., auch G.-Bausteine) entsteht durch Einpressen oder Einblasen der Schmelzmasse in aufklappbare Stahlformen.

3) Flachglas in großen Mengen wird durch Gießen und Walzen auf großen Stahlstichen hergestellt (*Guß-G.*, *Ornament-G.* mit eingewalztem Muster, *G.-Fliesen*); durch Miteinwalzen von Drahtgeflecht entsteht das *Draht-G.* Guß-G. ist nicht klar durchsichtig; wird es jedoch nachträglich ganzflächig geschliffen und poliert, so erhält man das vollkommen klare *Spiegel-* und *Drahtspiegel-G.*

4) *Ziehverfahren.* Die weitaus größte Menge des im Bauwesen und zu unzähligen techn. Zwecken dienenden klar durchsichtigen Flach-G. wird als *Tafel-G.* (*Dünn-G.*, *Fenster-G.* und *Dick-G.*) mit Maschinen nach drei einander verwandten Systemen (*FOURCAULT*, *PITTSBURGH*, *LIBBEY-OWENS*) gezogen. Die Schmelze wird mit oder ohne eine „Ziehduße“ aus Schamotte als breites endloses Band unmittelbar aus der Wanne gehoben; dicht über der Wanne wird das entstehende Band soweit gekühlt und verfestigt, daß es von Förderwalzen oder -rollen in und durch einen Kühltunnel bewegt werden kann, an dessen Ende es in beliebiger Länge abgeschnitten wird. — Auch G.-Röhren als Halbzeug für viele weitere Erzeugnisse (z. B. Thermometer) werden heute in der Regel maschinell gezogen.

5) *Glasfaser* wird nach verschiedenen Schleuder-, Sprüh- und Spinnverfahren aus flüssiger Schmelze hergestellt und als *G.-Wolle*, *G.-Watte* und *G.-Gespinnst* zur Wärmedämmung, für raumakustische Zwecke und in zunehmendem Maß für glasfaserverstärkte Kunststoffe verwendet.

BESONDERE GLASARTEN. *Bleikristall-G.* mit 5–18 % Bleioxidgehalt hat starken Glanz, hohes Gewicht und glockenartigen Klang; daneben gibt es auch billigeres bleifreies Kristallglas („Weißhohlglas“). — *Geräte-G.* für wissenschaftl. Apparate, Kochgeschirre u. a. muß hohen Anforderungen an chem. und therm. Haltbarkeit genügen und hat meist hohen Bor- oder Phosphorsäuregehalt. Es wird häufig „Jenaer Glas“ genannt. — *Optisches G.* für Fernrohr-, Mikroskop-, Photolinsen usw. erfüllt höchste Ansprüche an Homogenität und genau eingehaltene Brechungs- und Farberstreuungswerte; man unterscheidet *Flint-* und *Kron-G.* mit einander ergänzenden Eigenschaften. Schmelze und Kühlung erfordern größte Sorgfalt und großen Zeitaufwand. — *Quarz-G.* in Röhrenform für Bestrahlungsgeräte, Metaldampflampen u. ä. wird in schwierigem Verfahren aus gemahlenem Bergkristall erschmolzen und ist für ultraviolette Strahlen hochgradig durchlässig. — *Filtergläser* schließen bestimmte Strahlengruppen aus; sie werden z. B. für Sonnenschutz-, Schweißerschutz-, in der Photographie und Beleuchtungstechnik verwendet und sind stets mehr oder weniger stark gefärbt. — *Farb-G.* wird vor allem zu dekorativen Zwecken hergestellt; die Färbung wird durch Zuschläge von bestimmten Metall-

oxiden zum Gemenge bewirkt. – *Trüb-G.* ist undurchsichtiges, meist farbiges G. und entsteht durch Zusatz von Zinnoxid oder Kryolith zur Grundmasse. Durchscheinendes *Trüb-G.* (z. B. *Milch-G.*, *Opal-G.*) wird in der Beleuchtungstechnik, völlig dichtes *Trüb-G.* als Wandbelag (*Opak-G.*) verwendet. – *Sicherheits-G.* dient dem Schutz gegen Verletzung durch Scherben, gegen Einbruch und sogar gegen Schüsse aus Feuerwaffen. Man unterscheidet: *Verbund-G.*, das aus zwei oder mehr normalen G.-Tafeln mit Kunstharz zusammengepreßt wird, und einschichtiges *vorgespanntes G.*, das durch Abschrecken einer erhitzten Scheibe mit Kaltluft erzeugt wird (z. B. „Sekurit“). Beide Arten werden im Fahrzeugbau und im Bauwesen häufig verwendet.

Bedeutendstes Ausfuhrland für G. sind die Verein. Staaten. In der Bundesrep. Deutschland wurden 1961 hergestellt: 521 109 t Flach-G., 1 305 405 t Hohl-G., insgesamt im Werte von 1,29 Mrd. DM.

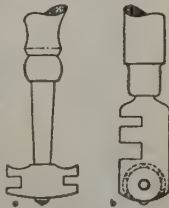
Glasbau (Tafel Glas und Glasbau), Bauart des 20. Jahrh., hat sich zusammen mit den modernen Skelettsystemen aus Stahl oder Stahlbeton entwickelt; das Glas bildet entweder die Füllung der vom Skelett gebotenen Wandfelder oder auch eine das Skelett selbst mitumhüllende flächige Außenhaut.

Glasbausteine, durchscheinende, gepreßte oder geblasene, durch luftverdünnte Hohlräume gut wärme- und schalldämmende Glaskörper, die als Bauelemente für lichtgebende Außen- und Innenwände dienen.

Glaskeramik. Durch Wärmebehandlung eines Glases von bestimmter Zusammensetzung entstehen im Glas Kristalle. Die Kristallkeime können thermisch oder photochemisch erzeugt werden. Durch Einhalten bestimmter Temperaturen und Zeiten bei der Wärmebehandlung kann das Verhältnis des Anteils an Kristallphase zu dem an Glasphase sehr genau festgelegt werden. Gegenstände aus G. werden verwendet, wenn vom Werkstoff möglichst kleine Wärmeausdehnung und hohe mechan. Festigkeit verlangt wird, z. B. bei Raketenköpfen, bestimmten elektrotechnischen Bauteilen, Geschirren für den Haushalt.

Glaskopf, Mineralaggregate, → Brauneisenstein, → Eisenglanz, → Pyrolusit.

Glasschneiden beruht auf örtlich hervorgerufener Störung des Spannungszustandes. Heißes Glas kann schon durch Berühren mit einem kalten, dünnwandiges kaltes Glas durch Berührung mit einem heißen Eisen oder Draht entlang einer gewollten Linie abgesprengt werden. Ampullen haben meist am Hals eine Zone künstlich erhöhter Spannung, so daß bei leichtem Anritzen ein glatter, splitterfreier Bruch entsteht. *Glasschneider* verwenden Diamanten oder Stahlrädchen (Bild), die einen mikroskopisch feinen, tiefgehenden Spalt erzeugen.



Glasschneidegerät: links mit Diamant, rechts mit Stahlrädchen.

Glaser, glasartige Überzug auf keramischen Gegenständen. *Erd-G.* sind in der Regel durchsichtige Gläser aus Kieselsäure, Tonerde, Erdalkalien und Alkalien; z. B. für Hartporzellan. *Blei*haltige G., *Blei-G.* sind durchsichtige Gläser, die schon bei einer Temperatur schmelzen, die niedriger ist als die, bei der die Masse sich gar brennt; für Töpfergeschirr und Steingut. *Email-G.* sind teils weiße, teils gefärbte und undurchsichtige G., die meist Zinnoxid neben Bleioxid enthalten; Anwendung bei Kunstkeram. Erzeugnissen. *Salz-G.* auf Steinzeug wird dadurch hervorgebracht, daß gegen Ende des Brandes Kochsalz in den Ofen gegeben wird.

Glaubersalz, → Natrium.

glazial, alle Ablagerungen, Erscheinungen, Formen und Vorgänge, die auf das Inlandeis zurückgehen.

Gleichgewicht, ursprünglich der Zustand der mit gleichen Gewichten belasteten Waage; über-

tragen der Zustand eines Systems von Massen, bei dem sich die an jeder Masse angreifenden Kräfte gegenseitig kompensieren. Beim starren Körper muß außer der Resultante aller Kräfte auch das



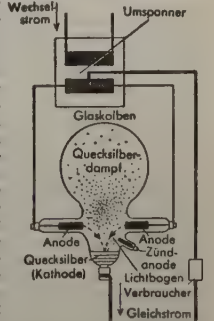
Gleichgewicht: 1 stabil, 2 labil, 3 indifferent.

resultierende → Drehmoment gleich Null sein (*statistisches G.*). Je nachdem, ob bei geringer Verschiebung eines Körpers aus einer G.-Lage die potentielle Energie vermehrt (z. B. bei Fadenpendeln) oder vermindert (z. B. bei Kreisel) wird oder unverändert bleibt (z. B. bei Kugeln auf horizontaler Ebene), ist das G. *stabil*, *labil* oder *indifferent*. Im ersten Falle bewegt sich der Körper in die alte G.-Lage zurück, im zweiten entfernt er sich von derselben, im dritten bleibt er in seinem G. ungestört. Ein Körper hat meist mehrere stabile und labile G.-Lagen.

Ein abgeschlossenes System befindet sich im *thermodynamischen G.*, wenn der Zustand maximaler → Entropie erreicht ist. Bei einer chem. Reaktion $A + B \rightleftharpoons AB$ herrscht *chemisches G.*, wenn sich aus A und B ebensoviel Moleküle AB bilden, wie sich AB in A und B zersetzen (→ Massenwirkungsgesetz). Bei einem radioaktiven Prozeß $A \rightarrow B \rightarrow C$, bei dem sich B aus A bildet, aber selbst wieder zerfällt (z. B. Radium → Radon → Radium A), kann die Menge von B konstant sein (*radioaktives G.*), wenn sich genau soviel B bildet, wie zerfällt. Dazu ist notwendig, daß die Menge von A konstant gehalten wird oder A nur sehr langsam gegenüber B zerfällt.

Gleichgewichtstheorien, → Kosmologie.

Gleichrichter, 1) Gerät zur Umwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom durch Ventile, die den Strom in einer Richtung durchlassen, in der anderen dagegen sperren. Als Ventile dienen 1) **ENTLADUNGSGEFÄSSE** mit mindestens zwei Elektroden (→ Elektronenröhren). Der *Glühkathoden-G.* besitzt eine Glühkathode zur Elektronenemission und eine Anode als Gegenelektrode. Er wird als *Hochvakuum-G.* (Funktechnik), aber auch mit Edelgasfüllung für größere Leistungen verwendet. Beim *Glimmlicht-G.* ohne Kathodenheizung entsteht die Ventilwirkung durch verschiedene große Elektrodenoberflächen, wobei die großflächige Kathode sein muß, oder durch Elektroden aus geeignetem Material (Eisen und Kalzium). Beim *Quecksilberdampf-G.* (für große Leistungen) befindet sich in einem Vakuumgefäß Quecksilber als Kathode, in seitl. Armen oder besonderen Röhren eingeschmolzene Graphit- oder Eisenstäbe als Anode. Beim Anlegen der Wechselspannung entsteht zwischen Kathode und einer Zündelektrode ein Lichtbogen, der Quecksilberdampf bildet und die Kathode stark erhitzt. Die glühende Kathode wirkt nun wie der Glühfaden einer Diode. Die Anode muß durch Kühlung gegen unzulässige Erhitzung geschützt werden. Quecksilberdampf-G. sind mit Luftkühlung bis etwa 1000 A, Groß-Eisen-G. mit Wasserkühlung bis zu 10000 A verwendbar. Glühkathoden-G. mit Gittersteuerung heißen → Thyatron, gittergesteuerte Quecksilberdampf-G. **Stromrichter**. Für Höchstspannungsanlagen verwendet man *Hochdruck-Lichtbogen-G.* (→ Marx-Ventile), die auf dem Prinzip des Druckgasschalters beruhen: der Wechselstrom-Lichtbogen wird beim Strom-Nulldurchgang durch einen Luftdruckstoß perio-



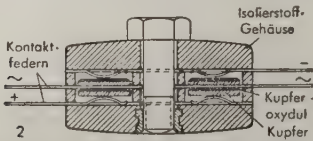
Gleichrichter 1: Quecksilberdampfgleichrichter (schematisch)

den Wechselstrom-Lichtbogen wird beim Strom-Nulldurchgang durch einen Luftdruckstoß perio-

Gleichstrom – Gleisbildstellwerk

disch gelöscht und bei jeder zweiten Halbwelle wieder gezündet.

2) **METALL-HALBLEITER-SCHICHTEN.** In der Grenzschicht zwischen Metall und Halbleiter bildet sich eine Potentialstufe aus, die auf den Elektronendurchgang in der einen Richtung als Sperrschicht wirkt. Für höhere Spannungen werden mehrere Platten in Reihe geschaltet, für höhere Ströme mehrere Platten parallel. Der **Kupfer-Kupferoxydul-**



Gleichrichter 2: Schnitt durch einen Kupferoxydul-Meßgleichrichter in Graetzschaltung (nat. Gr.)

Trocken-G. besteht aus einer Kupferscheibe, die auf der einen Seite mit einer feinen Schicht von Kupferoxydul versehen ist, und einer Bleiplatte als Gegenelektrode. Beim **Selen-Eisen-G.** ist die Selen-schicht aufgespritzt; der Strom wird ihr über eine schwach angedrückte federnde Messingscheibe abgenommen. Der **Selen-Aluminium-G.** besitzt eine im Vakuum auf die Aluminiumplatte aufgedampfte Selen-schicht. Die **Trocken-G.** werden vielfältig verwendet, z. B. in der Galvanik, als Bogenlampen- und Tonlampen-G., in Lichtspieltheatern, als Netz-G., in der Meßtechnik, zur Batterieladung usw.

Kristall-G. dienen als → Detektoren zur Gleichrichtung modularer Hochfrequenzschwingungen. **Germanium-G.** (mit festgelöteten Elektroden) zeichnen sich durch besonders gute G.-Eigenschaften aus; sie eignen sich für kleine Leistungen. **Silizium-G.** werden in der Starkstromtechnik wie gittergesteuerte Quecksilberdampf-G., Ignitrons oder Thyatronen verwendet.

3) **MECHAN. STEUERUNG.** Beim **Kontakt-G.** steuern motorisch bewegte Schaltkontakte den Stromdurchlaß. Nach deren Schaltung unterscheidet man **Einweg-Gleichrichtung** (Nutzung nur einer Halbwelle), **Zweiweg-Gleichrichtung** (Nutzung beider Halbwellen durch zwei Ventile), **Brücken-(Graetz-)Schaltung**, und weitere, sehr komplizierte Schaltungen.

2) aus parallelen Kanälen bestehende Anordnung, die z. B. in Windkanälen verwendet wird, um den Luftstrom auszurichten und größere Wirbel in kleine aufzuteilen, die durch Reibung aufgezehrt werden. Durch anschließende Beschleunigung der Strömung mittels Düse läßt sich die Wirkung verbessern.

Gleichstrom, elektr. Strom, der ständig in gleicher Richtung fließt; Gegensatz: → Wechselstrom. Reiner G. (**stationärer G.**) entsteht bei elektrochem. Vorgängen, z. B. in galvan. Elementen. Der großtechnisch durch → Generatoren erzeugte G. ist (fast unmerklich) **pulsierender G.** Gegenüber dem heute allg. benutzten Drehstrom hat der G. gewisse Vorzüge, die ihn heute vielfach unentbehrlich machen: 1) **G.-Motoren** sind besser regelbar als andere; 2) Übertragungsverluste sind meist geringer, es gibt nicht das Problem des Leistungsfaktors (→ Leistung); 3) für gewisse Zwecke, wie für die **Elektrolyse** oder für das Laden von Stromsammlern u. a., ist nur G. zu verwenden. Straßenbahnen und Obusse werden überwiegend mit G. (550 V) betrieben, ebenso die S-Bahnen der Großstädte (600 bis 1500 V, meist 800 V).

Gleichstromtransformator, Anlage zum Umspannen von Gleichstrom 1) durch Reihenschaltung von → Wechselrichter, → Transformator und → Gleichrichter, die den Gleichstrom in Wechselstrom verwandelt, ihn transformiert und wieder gleichrichtet, 2) als **Gleichumrichter.** Dieser besteht im wesentl. aus Kondensatoren, die durch einen Umschalter in raschem Wechsel geladen, von parallel auf Reihe geschaltet, entladen und wieder parallelgeschaltet werden. Durch Wahl der Kapazitäten erzielt man die gewünschte Spannungsänderung.

Gleichung, mathemat. Ausdruck für die Gleichheit zweier Größen. Mehrere (oder unendlich viele)

zusammengehörige (simultane) G. bilden ein **G.-System.** Enthalten die Seiten einer G. oder eines G.-Systems eine oder mehrere unbekannte Größen, so ist die G. oder das G.-System erfüllt entweder für jeden beliebigen Wert dieser Unbekannten (**identische G.**; Beispiel: $x + 2 = 3 + x - 1$) oder nur für bestimmte Werte (**Bestimmungsg.-G.**; Beispiel: $x^2 - 1 = 0$) oder für gar keinen Wert (**unverträgliche G.en**; Beispiel: $x - 1 = 0, 2x + 1 = 4$). Die Werte der Unbekannten, für die eine G. erfüllt ist, sind ihre **Lösungen.** Enthalten die G. keine Unbekannten, so heißen sie **Identitäten.** — G. erhält man z. B. durch Nullsetzen von → Funktionen; die Lösungen sind hierbei die Nullstellen der Funktionen. Je nachdem, ob die Funktionen algebraisch oder transzendent sind, heißen auch die G. **algebraisch** oder **transzendent.** Die höchste vorkommende Potenz der Unbekannten ist der **Grad** der G. — **Diophantische G.** sind G., bei denen die Anzahl der Unbekannten größer ist als die Zahl der sie erfüllenden G.; sie haben (falls sie verträglich sind) unendlich viele Lösungen, von denen jedoch meist nur die ganzzahligen interessieren, so z. B. diejenigen der G. $x^2 + y^2 = z^2$ (die „Pythagoreischen Zahlen“).

Gleichverteilungssatz der Energie, Äquipartitionsgesetz: Auf jeden Freiheitsgrad (Translation, Rotation und Schwingung) eines mechan. Systems, das der Wärmebewegung unterworfen ist, entfällt bei der absoluten Temperatur T im zeitlichen Mittel der gleiche Betrag an Wärmeenergie $kT/2$ je Atom (k = Boltzmannsche Konstante) oder $RT/2$ je Mol (R = allgemeine Gaskonstante, → Gas). Einschränkung: Rotationen und Schwingungen nehmen einen dem G. entsprechenden Energieanteil erst auf, d. h. werden voll angeregt, wenn $kT/2$ groß ist im Vergleich zu den Rotations- oder Schwingungsquanten, also nicht bei tiefer Temperatur.

Gleis besteht aus auf den Schwellen mit Kleinfestungen befestigten Schienen (→ Eisenbahnbau). Die **G.-Verschlingung** ist das Zusammenziehen zweier



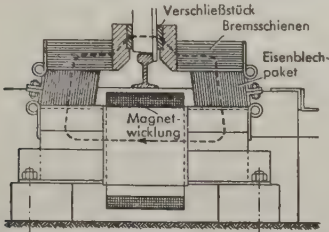
paralleler G. ohne Weichen, so daß nur eine Gleisbreite benötigt wird. Zusätzliche Sicherungen für die Zugfahrten werden in jede G.-Verschlingung eingebaut.

G.-Dreieck, Drehkurve, eine G.-Verbindung in Dreiecksform, um Züge ohne Berührung eines Kopfbahn-hofes oder einer Zugwendestation wenden zu können.

Gleisbaumaschinen, Maschinen zum Verlegen, Stopfen, Abräumen und Reinigen von Gleis und Bettung; als **Gleisstopfmaschinen** mit bis zu acht mit Druckluft betriebenen Stopfhämmern. Andere G. blasen mit 5–6 atü Druckluft Split unter die mindestens 2,5 cm angehobenen Schwellen. **Bettungsreinigungsmaschinen** baggern mit kleinen, senkrecht zur Gleisachse laufenden Eimerkettenbaggern die verschmutzte Bettung aus und werfen sie auf den Wagen in Siebtrommeln ab. Dort werden die Steine vom Schmutz getrennt und ins Gleis zurückgeworfen.

Gleisbildstellwerk (TAFEL Eisenbahn), ein zentrales Stellwerk im Bahnhof, das im allgemeinen die Signalanlagen eines ganzen Bahnhofs allein steuert. Weichen und Signale werden durch Drucktasten betätigt, die im Gleisbild des Stellwerkes der wirklichen Lage entsprechend angeordnet sind. Die Stellung der Weichen und Signale, die Besetzung der Gleise und die gebildeten Fahrstraßen werden durch Ausleuchtung der Schlitze und des Gleisbildes angezeigt. Für jede Fahrstraßeneinstellung (einschließlich Signalbedienungen und Einstellung aller Weichen) sind nur zwei Drucktasten zu bedienen. Der Zug löst die Fahrstraße auf. Mit Fernsteuer-einrichtungen können Signalanlagen einer Strecke von über 100 km von einem Zentralstellwerk bedient werden.

Gleisbremse, eine in Verschiebebahnhöfen benutzte, ortsfeste Vorrichtung an Rangiergleisen zum Abbremsen ablaufender Eisenbahnwagen. Sie wird



Gleisbremse: Schema einer Wirbelstrombremse; das Rad schließt den durch die Magnetwicklung verursachten Kraftfluß durch die Eisenblechpakete, die Bremschienen und die Verschleißstücke und wird durch die entstehenden Wirbelströme gebremst. Gleichzeitig werden die Bremschienen magnetisch an das Rad gepreßt und steigern die Bremswirkung durch mechanische Reibung.

mit Druckwasser, Druckluft oder elektrisch (**Wirbelstrombremse**) angetrieben und vom Stellwerk aus fernbedient oder in Abhängigkeit von Geschwindigkeit und Gewicht der Wagen gesteuert.

Gleiskettenfahrzeuge, **Raupenfahrzeuge**, sind Fahrzeuge, bei denen die Antriebskraft durch Gleisketten auf den Boden übertragen wird (→ Schlepper). Bei **Halbkettenfahrzeugen** sind noch Lenkräder vorhanden, die die durch einseitige Bremsung einer Kette bewirkte Lenkbewegung unterstützen.

Gleitboot, schnelles Motorboot, das sich infolge seines flachen Bodens, meist in Verbindung mit einer Stufe (**Stufenboot**), bei höherer Geschwindigkeit teilweise aus dem Wasser hebt, so daß sich der Wasserwiderstand beträchtlich vermindert.

Gleitflug, der Flug eines Flugzeugs ohne Motor oder mit abgestelltem (oder leerlaufendem) Motor. Der Winkel, den dabei die Flugbahn mit der Horizontalen bildet, heißt **Gleitwinkel**; er entspricht dem Verhältnis Widerstand: Auftrieb, der **Gleitzahl**.

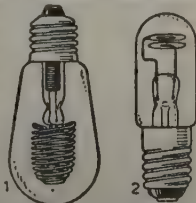
Gleitmodul, der Schubmodul (→ Elastizität).

Gletscher, Eisströme, die aus den Firnfeldern der Gebirge in langsamer Fließbewegung abfließen. Hindernisse werden überwunden, indem das Eis unter starkem Druck sich verflüssigt und dann wieder erstarrt (**Regelation**). Am Grunde führt der G. Gesteinsschutt als Grundmoräne, auf seiner Oberfläche als Oberflächenmoräne mit sich und läßt ihn beim Abschmelzen vor der G.-Zunge als Moränenwälle zurück. Das Schmelzwasser tritt am G.-Ende als **Gletscherbach** zutage. Auch aus dem Inlandeis der Polargebiete fließen Eisströme ab bis an das Meer, wo „der G. kalbt“ und als Eisberg abschwimmt. – Die **G.-Uhr** ist ein Gerät mit langem Hebelarm, der, ins G.-Eis gesteckt, die vorrückende Bewegung des G. selbsttätig aufzeichnet.

Glimmentladung, → Gasentladung.

Glimmer, eine Gruppe monokliner pseudohexagonaler Mineralien, die sich zu dünnen Blättchen vollkommen spalten lassen. **Muskowit** oder heller $G., KAl_2Si_2O_{10}(OH, F)_2$, und **Biotit** oder dunkler $G.$, in dem Aluminium z. T. durch Magnesium und Eisen vertreten wird, sind wichtige Mineralien magmatischer Gesteine und der kristallinen Schiefer. **Paragonit** ist ein Natron-Muskowit. $G.$, als Muskowit, wird als Offenfenster, zu Schutzbrillen und als Isolierstoff in der Elektrotechnik verwendet.

Glimmlampe, eine Form der → Gasentla-



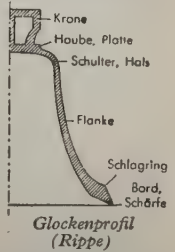
Glimmlampe: 1 gewöhnliche Form, 2 Signallampe.

dungslampe, die das Leuchten des negativen Glimmlichtes ausnutzt. Die Gasfüllung besteht meist aus 75 % Neon und 25 % Helium von 1–20 Torr, so daß sie ein rötliches Licht geben. Bei der **Bienenkorblampe** greifen die Elektroden wendelartig ineinander (BILD 1). Bes. kennzeichnend sind für die $G.$: geringe Leistungsaufnahme (nur 0,25 bis 5 W), konstante Glimmspannung unabhängig von der Belastung, trägeitsloses Ansprechen. Verwendung als Signallampe, Indikator für Stromart und Stromrichtung, bei der Abstimmung in Rundfunkgeräten, als Schwingungserzeuger, als Spannungsstabilisator, in der Bildtelegraphie, beim Fernsehen u. a.

Globuline, Eiweißstoffe, Proteine, benannt nach dem kugelförm. Eidotter (**globulus**), in dem sie enthalten sind. Die $G.$ sind unlöslich in Wasser und verdünnten Säuren, löslich in verdünnten Alkalien und Neutralsalzlösungen.

Glocke, metallenes, gegossenes oder geschmiedetes, kegelförm. oder auch zylinderförm. Schlaginstrument, das beim Schwingen an einem im Innern hängenden, freibewegl. Klöppel anschlägt und dadurch zum Klingen kommt.

Glockenguß: Der Hohlraum der Form aus Kern und darübergestülptem Mantel wird mit dem flüssigen $G.$ -Metall ($G.$ -Speise) ausgefüllt. Als $G.$ -Speise dient z. B. eine Mischung aus 76–80 % Kupfer, 20 bis 23 % Zinn, 1–4 % Blei (**Glockenbronze**), neuerdings auch Stahl. Der **Klang** einer $G.$ setzt sich aus dem Haupt- oder Schlagton und mehreren Neben- oder Obertönen zusammen.



Glockenprofil (Rippe)

Glockenmühlen, in der Hartzerkleinerung benutzte Mühlen zum groben Schroten. Sie sind nach Art der Kaffeemühlen gebaut und wirken in der Hauptsache durch Abscherung, die dadurch hervorgerufen wird, daß ein abgestumpfter, an der Außenfläche gerippter und mit der größeren Grundfläche nach unten gestellter Kegel sich in einem gleichfalls gerippten Hohlkegel dreht. Hauptverwendungsgebiet ist die Kalisalzmillerei.

glühen, 1) **Glut**, beginnt bei festen Körpern bei etwa 400°C mit der **Grauglut**, geht bei 525°C in die **dunkle Rotglut** über, erreicht bei etwa 1000°C die **Gelbglut** und beginnt bei 1200°C mit der **Weißglut**, die ihre volle Entfaltung bei etwa 1600°C zeigt.

2) **METALLURGIE**: Wärmebehandlung bei höheren Temperaturen. Man unterscheidet **Spannungsfreiglühen**, $G.$ von Kohlenstoffstahl unterhalb von 650°C, zur Behebung von Guß- und Schmiedespannungen; **Normalglühen** zur Erzielung eines gleichmäßigen Gefüges und feineren Korns von Stahl; **Grobkornglühen** zur Erzielung eines für die Bearbeitbarkeit günstigeren Grobkornes; **Weichglühen**, wodurch die harten Zementitlamellen zu kugelförmigen Zementitkörnern umgeformt werden; **Rekristallisationsglühen**, Aufrichtung des durch Kaltverformung gestreckten oder zertrümmerten Gefüges.

Glühkathodenwandler, → thermionischer Umwandler.

Glühkerze, dient bei Dieselmotoren zur Erleichterung des Anlassens. Ein hitzebeständiger Draht wird durch Batteriestrom so weit zum Glühen gebracht, daß sich die eingespritzten Gasöltröpfchen an ihm entzünden können.

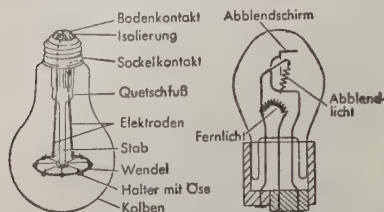
Glühkopfmotor, Verbrennungsmotor (Ölmotor), bei dem der eingespritzte Kraftstoff sich an einem heißen, der Kühlung entzogenen Glühkopf entzündet. Der $G.$ arbeitet meist im Zweitakt.

Glühlampe, die meistgebrauchte elektr. Lichtquelle; sie wird in modernen Anlagen aber z. T. durch die Leuchtstofflampe verdrängt.

AUFBAU UND WIRKUNGSWEISE. In einem Glaskolben ist zwischen Haltern der Glühdraht ausge-

Glühstrumpf – Gold

gepannt, der mit den beiden Kontaktstellen am Sockel in leitender Verbindung steht, bei Stromdurchgang infolge hohen Widerstands zum Glühen kommt und Licht aussendet. Der Kolben ist bei G.



Glühlampe: links Aufbau einer gewöhnlichen Glühlampe, rechts einer Bilux-Lampe.

unter 40 W auf ein möglichst hohes Vakuum ausgepumpt, um ein Verbrennen des Drahtes zu verhindern, von 40 W aufwärts mit einem neutralen Gas (Argon, Argon-Stickstoff-Gemisch, Krypton) gefüllt, das die Verdampfungsgeschwindigkeit des Drahtes herabsetzt. Bei *Kohlenfadenlampen* (heute nur noch für Spezialzwecke) besteht der Leuchtdraht aus einer Paste von Graphitpulver und organ. Bindemitteln, bei *Metalldrahtlampen* aus Osmium, Tantal oder (heute fast ausschließlich) aus Wolfram; Stärke des Drahtes: bis herab zu 0,013 mm; Schmelzpunkt rd. 3400°C. Bei G. von weniger als 40 und mehr als 1000 W ist der Draht im allg. einfach, bei solchen zw. 40 und 1000 W doppelt gewandelt; die Wendelung verringert die Wärmeableitung durch das Füllgas. – Die Innenleitungen sind an der Stelle, wo sie die Glaswand durchstoßen, durch Dichtungsdrahte aus Eisen-Nickel-Legierung mit Kupferüberzug ersetzt, die den gleichen Aussehenwert haben wie das Glas. – In die Fassung wird die G. mittels Schraubgewinde oder Bajonettverschluß eingesetzt. Man bemißt G. nach ihrer elektr. Leistung, gemessen in W, findet aber neuerdings auch die Angabe der Lichtleistung in Lumen (lm); sie beträgt 9–10 lm je Watt bei der 15- und 21–24 lm je Watt bei der 1000-W-Lampe; dazwischenliegenden W-Zahlen entsprechen Zwischenwerte in lm/W.

Glühstrumpf, → Gasbeleuchtung.

Glukagon, Hormon der A-Zellen der Langerhansschen Inseln der Bauchspeicheldrüse, chemisch ein Polypeptid aus 29 kettenartig verbundenen Aminosäuren. G. wirkt blutuckererhöhend, es ist also ein Gegenspieler des → Insulins.

Glukonsäure, *d*-Glukonsäure, $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COOH}$, durch milde Oxydation von Traubenzucker entstehende Oxykarbonsäure, die an Stelle der Aldehydgruppe des Traubenzuckers eine Karboxylgruppe enthält. Verwendung als Metallbeizmittel, in der Lebensmittelindustrie, medizinisch in der Kalziumtherapie (als Kalziumglukonat).

Glukose, *Traubenzucker*, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, ein Monosaccharid aus der Gruppe der Hexosen (→ Kohlenhydrate), kommt frei in Obstfrüchten und Weintrauben vor, ist Baustein vieler Polysaccharide (Stärke, Glykogen, Zellulose) und eine Komponente der Disaccharide Rohr-, Milch- und Malzzucker.

Glukoside, → Glykoside.

Glukuronsäure, eine Aldehydsäure, die aus Traubenzucker (Glukose) durch Oxydation der endständigen $-\text{CH}_2\text{OH}$ -Gruppe entsteht. Sie wird in der Leber gebildet und verbindet sich im Körper mit Phenolen u. a. unphysiologischen Stoffen, die dann in Form gepaarter Uronsäuren im Harn ausgeschieden werden (*Entgiftungsreaktion*).

Glutaminsäure, α -Aminoglutarinsäure, $\text{HOOC} \cdot (\text{CH}_2)_2 \cdot \text{CH}(\text{NH}_2) \cdot \text{COOH}$, eine → Aminosäure, die in Quark und anderen eiweißhaltigen Nahrungsmitteln enthalten ist und fördernd auf das Nervensystem wirkt. Ihr Amid ist das Glutamin, $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_3$, das sich in Keimlingen von Wicken, Kürbissen und in den Runkelrüben findet.

Glutaminat, **Glutamat**, **Mononatriumglutaminat**,

saures glutaminsaures Natrium, $\text{HOOC} \cdot (\text{CH}_2)_2 \cdot \text{CH}(\text{NH}_2) \cdot \text{COONa}$, bringt den Geschmack vieler Speisen besser zur Geltung (akzentuiert), ohne selbst Würzstoff zu sein.

Glutathion, eine Verbindung (ein Tripeptid) aus den drei Aminosäuren Glykokoll, Zystein und Glutaminsäure, kommt in jeder Zelle vor.

Glutin, **Leim**, **Kolla**, in reinerer Form **Gelatine**, ein zu den Albuminoiden gehöriger Eiweißstoff, in heißem Wasser löslich, erstarrt beim Abkühlen zu einer Gallerte. Durch zu starke Hitzeentwicklung wird G. zu *Glutose* mit geringer Viskosität und Gallertfestigkeit abgebaut. **G-Leim** → **Leime**.

Glykogen, tierische Stärke, ein → Kohlenhydrat, das bes. in der Leber gespeichert, bei Bedarf schnell zu Glukose abgebaut, mobilisiert und mit dem Blut an den Bedarfsort, z.B. zu arbeitenden Muskeln, transportiert wird. Die Muskelzellen enthalten auch selber G. Chemisch steht es dem Amylopektin nahe. Der Aufbau des G. in der Leber wird durch Insulin, der Abbau durch Adrenalin geregelt.

Glykokoll, **Glyzin**, Aminoessigsäure, $\text{H}_2\text{N} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$, die einfachste → Aminosäure, entsteht bei der Zersetzung von Eiweiß, Leim, Hippursäure und Glykohlchsäure durch kochende Mineralsäuren.

Glykol, Äthylenglykol, einfachster zweiwertiger → Alkohol, $\text{CH}_2(\text{OH})-\text{CH}_2(\text{OH})$, geht durch teilweise Oxydation über in *G.-Säure* (Oxyessigsäure), $\text{CH}_2\text{OH}-\text{COOH}$, die einfachste Oxyäure. Verwendung als Glycerinersatz, Frostschutzmittel.

Glykolyse, der in Körperzellen stattfindende anaerobe Abbau von Kohlenhydraten (→ Gärung), bei dem über viele Zwischenstufen als Endprodukt Milchsäure entsteht; dient der Energiegewinnung.

Glykoside, in vielen Pflanzen vorkommende organ. Verbindungen, die sich aus Kohlenhydraten (Zuckerarten) und anderen, meist hydroxyhaltigen Bestandteilen aufbauen. Zu den G. gehören zahlreiche wichtige Naturstoffe, z.B. Pflanzenfarbstoffe, Amygdalin, Phlorizin. Je nach der Zuckerart heißen sie *Glukoside*, *Rhamnoside*, *Mannoside* usw.

Glyzerin, einfachster dreiwertiger → Alkohol, $\text{CH}_2(\text{OH})-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2(\text{OH})$, findet sich als Bestandteil aller → Fette, die esterartige *Glyceride* der höheren → Fettsäuren darstellen. Die techn. Gewinnung erfolgt meist durch Verseifung von Fetten. Verwendung zur Herstellung von Sprengstoffen, Farben, Tinten, Kitten, Seifen, Haarwässern, Hautpflegemitteln, Essenzen, in Flüssigkeitsbremsen.

Glyzin, das → Glykoll.

Glyzyrrhizin, Süßholzwurzelzucker, sehr süß schmeckendes Glykosid, das als Kalzium- und Kaliumsalz in der Süßholzwurzel vorkommt.

Gmelinsches Salz, Kaliumeisen(III)-cyanid.

Gneis, eine Gruppe weitverbreiteter metamorpher Gesteine, die sich aus magmatischen Gesteinen (*Orthogneis*) oder aus Sedimenten (*Paragneis*) in tiefen Schichten der Erdkruste gebildet haben und meist den Graniten nahestehen. Die G. sind im allgemeinen geschichtet oder geschiefert. Sie werden häufig nach ihren dunklen Gemengteilen benannt, z.B. Biotit-G. (Tafel Mineralien und Gesteine).

gnomonische Projektion, eine in der Kristallographie gebräuchl. Abbildung der Kristalle: von einem Punkt im Innern des Kristalls werden Lote auf alle seine Flächen gefällt und bis zur Projektionsebene verlängert; die Durchstoßpunkte stellen die Projektion der Kristallflächen, die *Flächenpole*, dar.

Gold, **Au**, chem. Element, Ordnungszahl 79, Massenzahl 197, Atomgewicht 196,967, Dichte 19,3 g/cm³; Schmelzp. 1063°C, Siedep. 2960°C; ein gelbes Edelmetall, die gesetzliche Grundlage vieler Währungen.

GEWINNUNG. G. findet sich meist gediegen auf ursprünglicher Lagerstätte als *Berggold* oder in Sand und Geröllablagerungen als *Seifen-* oder *Waschgold*. Berg-G. ist häufig in Quarz eingeprengt. Die *Goldseifen* sind durch Verwitterung goldhaltiger Gesteine entstanden; sie enthalten das Metall meist in Staub- oder Körnerform. Wasch-G. wird von den stets vorhandenen Mineralien durch Auswaschen mit Wasser in Pfannen oder Kästen mit Siebböden getrennt

(Goldwäscherei). Das goldhaltige Gestein wird im Pochwerk zerkleinert und dann das G. durch Legieren mit Quecksilber (Plattenamalgamation) oder durch Behandeln mit Kaliumzyanidlösung (Zyanalauge) und Ausfällen mit Zink oder durch Elektrolyse gewonnen.

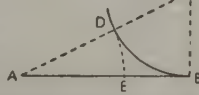
EIGENSCHAFTEN. G. hat hohe Politurfähigkeit, ist verhältnismäßig weich, dehnbar, läßt sich zu feinstem Draht ausziehen und als Blatt-G. bis auf nur 0,00014 mm Dicke aus schlagen. Fast allen chem. Einflüssen gegenüber ist G. unveränderlich; nur durch die Halogene, Zyanalkalium, Königswasser und Quecksilber wird es angegriffen. → VERWENDUNG. G. wird seiner Weichheit wegen nicht rein, sondern legiert mit Silber oder Kupfer verwendet. Der Goldgehalt wurde früher in Karat, jetzt in Tausendsteln ausgedrückt. Reines G. hat 24 Karat = $\frac{1000}{1000}$ Goldgehalt; entspr. sind 18 Karat = $\frac{750}{1000}$ Goldgehalt, 12 Karat = $\frac{500}{1000}$ Goldgehalt usw. G.-Münzen enthalten meist 900 Teile G. neben 100 Teilen Kupfer. Verwendet werden G. u. G.-Legierungen in der Uhrenindustrie für Gehäuse, in der Zahntechnik, zum Vergolden. Metallgegenstände können auf kaltem Wege durch Anreiben vergoldet werden (*Anreibevergoldung*) oder durch Aufstreichen eines Goldamalgams (d. h. einer Quecksilberverbindung) und nachträgl. Erhitzen, so daß das Quecksilber verdampft (*Feuervergoldung*), oder auf elektr. Wege mit einer goldhalt. Metallsalzlösung (*galvanische Vergoldung*). Holzleisten werden durch Anstreichen mit einer Messingbronze vergoldet, Bucheinbände durch Einlegen und Aufpressen von Blattgold mit einer Prägepresse. Von den *Goldverbindungen* spielen praktisch eine Rolle das Goldchlorid, AuCl_3 , das in der Chemie gebraucht wird, und das Goldzamid, AuCN , dessen Doppelsalz KAu(CN)_2 , zur galvan. Vergoldung dient. G. bildet, wie diese Beispiele zeigen, ein- und dreiwertige Verbindungen.

WIRTSCHAFTLICHES. Die Goldgewinnung der Welt (ohne Sowjetunion) belief sich 1961 auf 1 079 310 kg; Hauptgewinnungsländer: Südafrika. Union (713 712 kg); Sowjetunion; Kanada (138 164 kg); Verein. Staaten (38 756 kg); Australien (33 281 kg); Ghana (25 225 kg); Südrhodesien (17 729 kg); Philippinen (13 157 kg); Kolumbien (11 820 kg); Japan (11 726 kg).

Enzyklopädie der techn. Chemie, hg. v. ULLMANN, Bd. 6 (1953).

Goldbergkeil, → Graukeil.

Goldener Schnitt (lat. *sectio aurea*), auch *stetige Teilung*, die Teilung einer Strecke in der Weise, daß sich die ganze Strecke AB zu der größeren Strecke AE wie diese zu der restlichen Strecke EB.



Goldener Schnitt: $\frac{1}{2} AB = BC = CD, AE = AD; EB: AE = AE: AB.$

Gold-Silber-Scheidung, Trennung von Gold, Platin und Silber im Guldtsilber oder Rohgold unter gleichzeitiger Entfernung der Verunreinigungen. Man scheidet 1) goldhaltiges Silber entweder durch Herauslösen des Silbers mit heißer Salpetersäure (*Quartation*) oder mit heißer konzentrierter Schwefelsäure (*Affination*) oder durch Elektrolyse in Silbernitratlösung (*Möbiusprozeß*), 2) silberhalt. Gold durch Überführung des Silbers in flüss., auf dem geschmolzenen Gold schwimmendes Silberchlorid durch Chlorgas (*Millerprozeß*) oder durch Elektrolyse in Goldchloridlösung (*Wohlwillprozeß*).

Gonadotropine, die gonadotropen Hormone der Hypophyse, Prolan a und Prolan b, die dem Wirken der Sexualhormone bei beiden Geschlechtern übergeordnet sind.

Goniometer, Instrument zum Messen von Winkeln zwischen Kristallflächen. Das *Anlege-G.* besteht aus zwei Linealen, von denen wenigstens das eine um den Mittelpunkt eines in Grade geteilten Halbkreises drehbar ist. Beim *Reflexions-G.* wird die Reflexion des Lichts zur Winkelmessung ausgenutzt: zwei Kristallflächen reflektieren in die gleiche

Richtung, wenn man die zweite durch Drehung in die Lage der ersten bringt und der Strahl senkrecht zur Drehungsachse einfällt. Der an einem Teilkreis ablesbare Drehungswinkel ist gleich dem Winkel zwischen beiden Flächenlotten.



Anlege-Goniometer

Goniometrie, Winkelmessung; *goniometrische Funktionen*, die → Winkelfunktionen.

Göpel, eine Vorrichtung, um die Zugkraft im Kreis gehender Tiere unter Zwischenschaltung von Zahnrädern in rotierende Bewegung umzuwandeln; zum Antrieb von Dreschmaschinen, Schöpfwerken usw.; für neuzeitl. Maschinen zu leistungsschwach.

GOST-Normen, die in der Sowjetunion geltenden Normen.

Gotlandium, → Erdgeschichte.

Goubau-Leitung, eine verlustarme Leitung für Vielkanal-Übertragungssysteme. Unter bestimmten Anregungsbedingungen laufen ultrakurze Wellen ohne Energieabstrahlung den Leiter entlang.

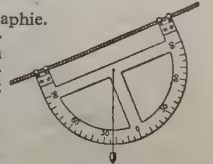
Goudron, Mischung aus reinem Asphalt mit 25 % Rückständen der Erdöldestillation; macht spröden Asphalt elastisch und hat große Binde- und Klebkraft.

Grabenbruch, GEOLOGIE: langgestreckter Scholleneinbruch, in den jüngere Schichten tiefer als die benachbarten älteren liegen.

Grad, 1) Maßeinheit des → Winkels; **2)** Maßeinheit der → Temperatur, Abk. ° **3)** G. einer → Gleichung.

Gradation, → Photographie.

Grabenbogen, Grubeninstrument aus einem Winkelmesser mit zentrisch angehängtem Lot zum Messen der Neigung, z. B. einer Gebirgsschicht.



Grabenbogen

Gradient, abgek. *grad*, Ersatz für den Begriff des Differentialquotienten bei Funktionen mehrerer Veränderlicher. Wenn $f(x, y, z)$ eine Funktion ist, die jedem Punkt (x, y, z) des Raumes eine Zahl als Funktionswert zuordnet, so ist der G. der durch $\text{grad } f = \left(\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, \frac{\partial f}{\partial z} \right)$ definierte → Vektor. Anwen-

dung z. B. in Meteorologie und Meereskunde (*Luftdruck-G.*, *Temperatur-G.*). Der *Gradientwind* ist der dem Luftdruck-G. entsprechende, in der freien Atmosphäre aber durch die Erddrehung nahezu in Richtung parallel zu den Isobaren abgelenkte Wind; er heißt bei geradlinigen Isobaren *geostrophisch*, bei gekrümmten *zyklotropisch*; auf der Nordhalbkugel bleibt – mit dem Winde blickend – der tiefe Druck links, auf der Südhalbkugel rechts.

Gradiertwerk, ein aus Reisigbündeln aufgebautes Gerüst zum Erhöhen des Salzgehaltes einer Sole, indem sie langsam über die Reisigbündel läuft. Die *Gradiertwaage* ist ein → Aräometer zur Bestimmung des Salzgehaltes einer Sole.

Gramm, Abk. *g*, PHYSIK: Maßeinheit der Masse, eine der drei Grundeinheiten des → CGS-Systems. Das G. ist als der tausendste Teil des Internationalen Kilogrammprototyps definiert.

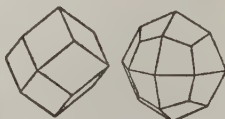
In TECHNIK und WIRTSCHAFT bezeichnet 1 g daneben vorwiegend das Gewicht eines Massengramms, Gramm(gewicht), Abk. *gf*, *gf_{gew.}* oder kurz *g*, also eine Krafteinheit, für die heute die Bezeichnung → Pond (p) empfohlen und in der Physik bereits vielfach angewendet wird.

Grammatom, so viel Gramm eines chem. Elements, wie sein Atomgewicht angibt, z. B.: 1 G. Sauerstoff = 16 g O. *Grammolekül*, auch *Mol* genannt, so viel Gramm einer chem. Verbindung, als deren Molekulargewicht angibt, z. B. 1 Gramm-molekül Wasser (H_2O) = 18 g H_2O .

Granalien, die beim Gießen flüssig. Metalls oder flüssig. Schlacke in dünnem Strahl in fließendes Wasser (*granulieren*) entstehenden kleinen kugelförm. Körper.

Granat, kubisches Mineral verschiedener Zusammensetzung. Bes. der blaurote Eisenton-G. *Almandin*, $Fe_3Al_2Si_2O_{12}$, und der magnesiumreiche blutrote *Pyrop* (böhm. oder edler G., „Kaprubin“) sind wichtige gesteinsbildende Mineralien kristalliner Schiefer und bas. Gesteine. Beide dienen als Schmucksteine.

Granit (TAFEL Mineralien und Gesteine), sehr verbreitetes saures, körniges Tiefengestein aus Quarz, Feldspat (Orthoklas oder albitreicher Plagioklas) und basischen, meist dunklen Mineralien wie Glimmer, Hornblende, Augit; grau oder bes. durch den Feldspat gelb, rot, blau gefärbt. G. verwittert wegen des hohen Gehalts an Alkalifeldspat leicht. Er findet Verwendung bes. im Straßenbau, poliert als Bekleidung von Bauten.

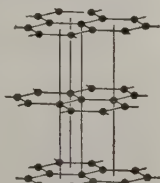


Granat

Granulation, ASTRONOMIE: die feinkörnige Struktur der Sonnenoberfläche, bestehend aus den hellen *Granulen* von etwa 1" (700 km) Durchmesser und den dunkleren *intergranularen Zwischenräumen*.

Granulator, ein → Backenbrecher zur Feinzerkleinerung von Gestein, dessen Brechbacken mit Zähnen besetzt sind, die bei verstellbarer Spaltweite die Korngröße des Gutes bestimmen.

Graphit, hexagonales Mineral, reiner Kohlenstoff C, schwarzgrau, fast metallisch glänzend, sehr weich (Härte 1) und gleitfähig, kommt in metamorphen Kohlelagern, in Gneisen und Graniten vor und wird auch aus Anthrazit oder Koks im elektr. Ofen erzeugt. Wichtigste Vorkommen in Mexiko, Korea, Madagaskar, auf Ceylon, in Österreich und bei Passau. Aus G. werden Bleistifte, Elektroden, Schmelztiegel hergestellt. G. dient als Schmiermittel. Auf mit dünnen G.-Überzügen versehenen nichtleitenden Gegenständen lassen sich elektrolytisch Metallüberzüge aufbringen.



Graphit: Anordnung der Kohlenstoffatome im Kristall

Graufilter, eine Filterscheibe vor dem Bildschirm eines Fernsehempfängers mit gleicher Lichtdurchlässigkeit für alle Farben des sichtbaren Lichts. Das Licht des Fernsehbilds durchdringt die Filterscheibe nur einmal, das Licht der Raumbeleuchtung jedoch zweimal, so daß es geschwächt wird und Spiegelungen an der Bildröhre verringert werden.

Grauguß, → Eisen.

Graukell, keilförmig zugeschliffenes Rauchglas zur Abschwächung eines Lichtstromes in meßbarem Verhältnis. Verwendet werden auch mit chinesischer Tusche gefärbte keilförmige Gelatinestücke (*Goldberghel*).

Graupeln, durch Anlagerung unterkühlter Wassertropfen an Eiskristallen entstehende Niederschlagsteilchen, Durchmesser 2–5 mm, fallen nur bei Schauerwetter.

Grauwacke, Sedimentgestein sandiger Natur, vorwiegend aus dem paläozoischen Gebirge, mit sehr ungleichem Korn der das Gestein aufbauenden klastischen Gemenenteile. → Konglomerate.

gravieren, Muster, Buchstaben auf Metall, Elfenbein, Perlmutter usw. herstellen. Die Gravur wird erhaben oder vertieft mit dem Stichel herausgearbeitet. Das G. mit der *Graviermaschine* ist ein → Fräsen mit einem dünnen ein- oder mehrschneidigen Schaftfräser, und zwar meist unter Zwischenschaltung eines → Storchschnabels. Besondere Arten des G. sind das *Trennpieren* und *Ziselieren*. Heute wird das G. vielfach durch → Ätzen ersetzt.

Gravimetrie, 1) CHEMIE: *Gewichtsanalyse*. Bei den meist angewendeten Verfahren wird die zu untersuchende Substanz in Lösung gebracht und

als schwer löslicher Niederschlag vollständig ausgefällt. Der Niederschlag wird dann meist unter Dekantieren abfiltriert, von allen Fremdsalzen freigeschwaschen und nach Trocknen oder Veraschen und Glühen bei vorgeschriebener Temperatur als genau definierte Verbindung gewogen. 2) → Schwermessung. *Gravimeter*, Schwermesser.

Gravishäre, der Bereich in der Umgebung eines Himmelskörpers, z.B. der Erde, in dem das Schwerkfeld noch merklichen Einfluß auf die Navigation von Raumfahrzeugen ausübt. Die G. der Erde hat einen Halbmesser von etwa 1,5 Mill. km.

Gravitation, *Massenanziehung*, die Anziehung, die zwei Massen aufeinander ausüben. Bei punktförmigen Massen (Massenpunkten) ist die Anziehungskraft K gemäß der klass. (Newtonschen) Mechanik proportional dem Produkt der beiden Massen m_1 und m_2 und umgekehrt proportional dem Quadrat ihrer Entfernung r (Newtonssches G.-Gesetz); $K = f \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2}$. Proportionalitätskonstante f ist

die G.-Konstante. Ihr Wert ist $f = 6,685 \cdot 10^{-8} \text{ dyn} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-2} = 6,685 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-2}$; sie ist experimentell bestimmbar, z. B. mit einer → Drehwaage. Bei ausgedehnten Massen muß die Resultante aller Einzelkräfte zwischen den (gedachten) Massenpunkten, die die ausgedehnten Massen zusammensetzen, durch Integration (→ Integralrechnung) ermittelt werden. Bei relativ großem Abstand kann von der Ausdehnung der Körper abgesehen werden. Kugelsymmetrische Körper verhalten sich sogar bei beliebigem Abstand so, als ob ihre Massen in ihren Schwerpunkten vereinigt seien.

NEWTON erkannte in der G. den tieferen Grund für die von KEPLER aufgefundenen Gesetze der Planetenbewegung und fand gleichzeitig, daß die auf der Erde wirkende *Schwerkraft* einen Sonderfall der allgemeinen G. darstellt. Die Newtonsche G.-Theorie konnte jedoch nicht mehr voll befriedigen, als die Physik sich, angeregt durch die Maxwell'sche Theorie der elektromagnet. Erscheinungen, von der Annahme einer *Fernwirkung* lossagte und die tiefere physikal. Gesetzlichkeit in der *Nahewirkung* sah. In einem ersten entscheidenden Schritt konnte EINSTEIN durch die allgemeine → Relativitätstheorie das Grundgesetz der G. als *Nahewirkungsgesetz* formulieren. Nach dieser in ihren wesentlichen Zügen heute allgemein anerkannten Theorie ist die G. eine Eigenschaft des Raum-Zeit-Kontinuums, das in seinen geomet. (metrischen) Eigenschaften keineswegs gleichförmig ist, sondern durch die Anwesenheit von Massen innere Strukturänderungen (Raumkrümmung) erfährt. Aus den Gleichungen des resultierenden *metrischen* oder *G.-Feldes* (eines Tensorfeldes, → Feld) läßt sich das Newtonsche G.-Gesetz als Näherungsgesetz gewinnen. Eine höhere Näherung des umfassenderen G.-Gesetzes gibt eine bis dahin unerklärliche Abweichung der Periheldrehung des Merkur von der Newtonschen Mechanik annähernd richtig wieder.

Ein weiterer Schritt, die Verknüpfung von G.-und Quantentheorie, erfordert die Methoden der Quantelung der Wellenfelder. Obwohl von experimenteller Seite keine entsprechende Erfahrung vorliegt, ordnet die heutige theoret. Physik dem G.-Feld die *G.-Quanten* oder *Gravitonen* ebenso zu wie dem elektromagnet. Feld die Lichtquanten.

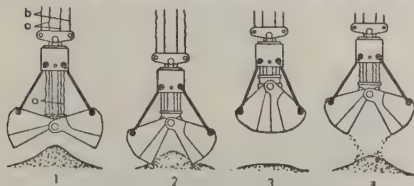
I. NEWTON: *Philosophiae naturalis principia mathematica* (1687); A. EINSTEIN: Über die spezielle und allgemeine Relativitätstheorie (*1960).

Greenwich, alte Sternwarte bei London, deren Meridian als Nullmeridian gilt.

Grègeise, Rohseide aus 3–8 abgehaspelten Kokonfäden, die nur durch den Seidenleim zusammenhalten.

Greifer, Aufnahme- und Tragvorrichtung für Massengüter (Kohle, Erz, Sand, Kies, Erdrich) an Kränen. Ein G. wird aus zwei schaufelförmigen Schalen gebildet, die sich durch das Eigengewicht in das Massengut beim Schließen einwühlen und füllen. Die Schalen können durch 2 Seile (*Zweiseil-G.*) oder

durch nur ein Seil (Einseil-G.) oder durch einen Motor im G. (Motor-G.) bewegt werden. Der Zweiseil-G. erfordert ein Windwerk mit 2 Trommeln, die sich unabhängig voneinander einschalten und



Greifer: Wirkungsweise eines Zweiseilgreifers. 1 Senken; der Greifer wird bei nachgelassenen Zugseilen (a) auf das Fördergut gesetzt. 2 Schließen; bei nachgelassenen Tragseilen (b) werden die Zugseile angezogen. 3 Heben; die Tragseile werden angezogen. 4 Entleeren; die Zugseile werden nachgelassen.

abbremsen lassen. Für sperrige Güter sind mehrere Schalen rund angeordnet (Polyp- oder Mehrschalen-G.), für Rundholz u. dgl. sind die zwei Schalen durch Zangen ersetzt (Zangen-G.).

Greifzirkel, Tasterzirkel, Taster, ein Meßzeug zum Übertragen von Dicken- und Abstandsmaßen.

Grenzwert, Limes, MATHEMATIK: der wichtigste und grundlegende Begriff der gesamten Analysis. Er gestattet, dem „Ergebnis“ eines in Wirklichkeit gar nicht durchführbaren unendlichen Prozesses einen exakten Sinn beizulegen, auf den sich einwandfreie mathemat. Schlüsse aufbauen lassen, und beruht auf dem Begriff einer Folge von Zahlen, z. B. $-1, 1, -1, 1, \dots$ oder $-1, \frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, -\frac{1}{4}, \dots$ Eine Zahlenfolge ist gegeben, wenn für jede Zahl $n = 1, 2, 3, \dots$ das an der n -ten Stelle stehende Glied a_n der Folge bekannt ist, im ersten Beispiel durch die Rechenregel $a_n = (-1)^n$, im zweiten durch $a_n = \frac{(-1)^n}{n}$.

Eine Folge $a_1, a_2, \dots$ hat den G. g , wenn sich die Glieder a_n der Folge mit wachsendem n immer mehr der Zahl g nähern; präziser ausgedrückt, wenn man zu jeder noch so klein vorgegebenen Umgebung $g - \epsilon$ bis $g + \epsilon$ der Zahl g die Folge so spät abschneiden kann, daß alle restlichen Glieder zwischen $g - \epsilon$ und $g + \epsilon$ liegen. Von den Beispielen hat die erste Folge keinen G., sie *divergiert*, denn keine der beiden überhaupt in Frage kommenden Zahlen $+1$ und -1 genügt den an g gerichteten Forderungen. Im zweiten Beispiel *konvergiert* die Folge gegen den G. $g = 0$.

Bei den Funktionen versteht man unter dem G. der Funktion $f(x)$ für $x \rightarrow a$ eine Zahl g , der sich die Werte der Funktion mehr und mehr nähern, wenn das Argument x gegen a strebt. Man führt den Begriff des G. einer Funktion zurück auf den obigen Begriff des G. einer Zahlenfolge durch die Forderung, daß für jede gegen a konvergierende Zahlenfolge $x_1, x_2, \dots$ die zugehörige Folge der Funktionswerte $f(x_1), f(x_2), \dots$ den G. g besitzen soll. Auf den G. bei Funktionen beruht die $\rightarrow$ Differentialrechnung.

Griffelstruktur, die stengelige Absonderung von zweimal, unter verschiedenen Richtungen verschieferten Tonschiefern.

Größenklassen der Sterne, scheinbare Größe, das Maß für die „scheinbare Helligkeit“ (Flächenhelligkeit) der Sterne nach POGSON (1857): zwei Sterne, deren scheinbare Helligkeiten im Verhältnis 1:2,5 stehen, unterscheiden sich um 1 G. (abgek. 1^m). Der Nullpunkt der Skala ist dadurch festgesetzt, daß der Polarstern die G. 2.12^m haben soll.

Grubber, Kultivator, landwirtschaftl. Gerät zum Zerkleinern und Lockern des Bodens, zur Vernichtung des Unkrauts und Einbringung mineralischen Düngers. Ein mit Rädern ausgestatteter, verstellbarer Rahmen trägt mehrere, mit Scharen versehene, meist bogenförmige Zinken. Ausführung mit starren (Tiefenlockerung auf schweren Böden), halbstarren (schwere Böden) und Federzinken (leichte Böden)

für Gespann- und motorischen Zug. Abart: *Krimmer*, eine eggenähnl. Form.

Grube, die eigentliche Abbauanlage unter Tage oder auch über Tage, $\rightarrow$ Bergbau. Bei G.-Bränden unterscheidet man Flözbrände und offene Brände. *Flözbrände*, am häufigsten in Kohlen-G., greifen das Mineral selbst an; sie sind meist auf Selbstzündung zurückzuführen. *Offene Brände* entstehen in der Schacht- oder Streckenzimmerung, ferner in Bandstrecken. Zur Warnung gibt es elektr. Melder, zur Bekämpfung Löschgeräte, Brandmauern.

Grubenbahn, Schienenbahn in Gruben mit meist kleiner Spurweite von 500 oder 600 mm. Die G. wird mit niedrigen Lokomotiven auf kleinen Rädern und entsprechend bemessenen Förderwagen betrieben; Antrieb elektrisch, mit Dieselmotoren oder mit Druckluft ($\rightarrow$ Lokomotive).

Grubenfunk, Nachrichtenübermittlung durch $\rightarrow$ Funksprechgeräte in Bergwerken.

Grubengas, $\rightarrow$ Methan.

Grubenholz, Hölzer, mit denen im Bergbau ausgezimmert und abgestützt wird; besonders Nadelholz, da es „warnfähiger“ (Knacken bei Überbelastung vor Bruch im Gegensatz zu Stahl), dauerhafter und billiger ist als Laubhölzer.

Grubenlampe, die $\rightarrow$ Sicherheitslampe.

Grube, der beim Verschulen der Braunkohle in den Gasanstalten verbleibende körnige Rückstand. Er hat noch bedeutenden Heizwert (6000 bis 7000 kcal/kg) und wird im *Grudeherd* verwertet. Dieser besteht aus einem kastenförm. Behälter mit herausziehbaren Eisenplatten als Rost, auf denen die G. langsam glimmend verbrennt, ständig in Brand bleibt und eine gleichmäßige, milde Hitze entwickelt. In Braunkohlengebieten verbreitet.

Grundbau, 1) der Teil eines Bauwerkes, mit dem es auf den Baugrund aufgesetzt ist; 2) die Lehre von der $\rightarrow$ Gründung der Bauwerke.

Grundgebirge, der im Liegenden jüngerer Gesteine anstehende ältere Gebirgssockel.

Grundmauer, die unter der Erde liegende Mauer, die das Gewicht des Bauwerkes auf den Baugrund überträgt.

Grundrechnungsarten, die grundlegenden Rechenoperationen: *Addition* (Zusammenzählen), *Subtraktion* (Abziehen), *Multiplikation* (Vervielfachen), *Division* (Teilen). Die Benennungen der Rechengrößen lauten dabei: *Summand + Summand = Summe*; *Minuend – Subtrahend = Differenz*; *Faktor $\cdot$ Faktor = Produkt*; *Dividend : Divisor (Dividend/Divisor) = Quotient*.

Grundriß, Darstellung eines Gegenstands in der waagerechten Ebene durch Projektion seiner Punkte auf diese; im weiteren Sinn ein Übersichtsplan über die Raumgestaltung eines Bauwerkes, einer Stadtanlage usw.

Grundsäge, WASSERBAU: eine Säge zum Abschneiden von unter Wasser stehenden Pfählen, Spundwänden oder anderem Holzwerk.

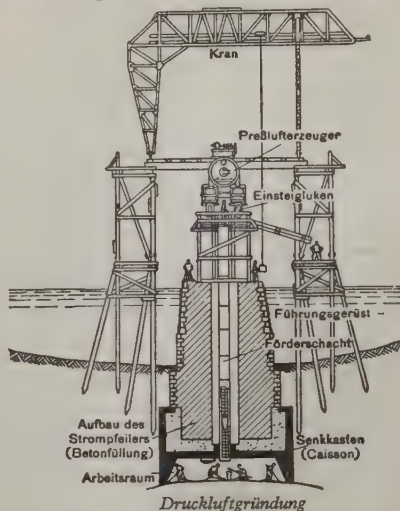
Grundschwellen, FLUSSBAU: zur Verbauung von Übertiefen eingebaute, tiefliegende Querbauten aus Sinkstücken oder Steinschüttung; erzeugen oft Kolke, sind nur in engem Abstand wirksam. Deshalb füllt man neuerdings an ihrer Stelle meist die Kolke aus und panzelt die Sohle mit Steinen; hierbei werden auch die durch G. auftretenden Unregelmäßigkeiten in der Strömung vermieden.

Grundstoffe, 1) $\rightarrow$ chemische Elemente. 2) Kohle und Erz als wichtigste Rohstoffe der Industrie (G.-Industrie); gelegentlich auch andere Rohstoffe.

Gründung, der Teil eines Bauwerkes, der die Verbindung mit dem tragfähigen Baugrund herstellt und die (aus anderen Gründen) erforderliche Einbindetiefe (z. B. Spundwand) sichert. Bei der *offenen G. im Trocknen* wird das Bauwerk in offener Baugrube auf den Untergrund gesetzt. Lockere Schichten können durch Einrammen von Sand, Kies, Steinen oder Pfählen verdichtet werden. Sandboden kann man durch Einbringen von Chemikalien (*Bodenverfestigung* nach JOOSTEN) oder durch *Zementeinpressungen* verfestigen. Bei geringerer Tragfähigkeit des Baugrundes verbreitert man die Strei-

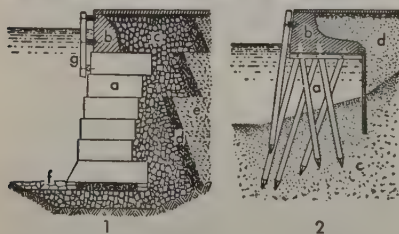
fenfundamente unter den Mauern oder die Einzel-fundamente unter den Stützen und führt sie in Stahlbeton (als Plattengurte) aus, sofern nicht aus Gründen gleichmäßiger Setzung Balkenroste aus Holz (im Wasser) oder Stahlbeton (*Rost-G.*) oder Plattenroste aus sich kreuzenden Plattengurten oder durchgehende Grundplatten (*Platten-G.*), oder Pfähle (*Pfahl-G.*) oder Brunnen (*Brunnen-G.*) mit Verbindungsbalken in Stahlbeton an den Kopfenden erforderlich werden. *Offene G. im Wasser* wird angewandt, wenn die Wasserhaltung bei sehr durchlässigem Boden (Kies) schwierig ist. Man schüttet zwischen Umfassungspundwänden unter Wasser eine Betonsohle (*Unterwasserbetonierung*, *Trichterbetonierung*), pumpt über dem erhärteten Beton das Wasser aus und führt das Bauwerk im Trockenen hoch. Im freien Wasser versetzt man für Wellenbrecher und Kaimauern an der See Blöcke aus Mauerwerk oder Beton im Verbands (Blockgewicht bis 450 t, *Block-G.*) oder versenkt schwimmend zur Baustelle gebrachte Hohlkörper aus Stahlbeton, die man dann mit Sand füllt (*Schwimmkasten-G.*). — Bei der *Pfahl-G.* mit Pfählen aus Holz, Stahlbeton, seltener Stahl, wird das Gewicht des Bauwerks durch nicht tragfähige Schichten hindurch in den tieferliegenden tragfähigen Baugrund übertragen. Die Pfähle tragen die Pfahlrostplatte, auf der das Bauwerk errichtet wird. Vorwiegend senkrechte Lasten werden durch Geradpfähle, seitliche Kräfte durch Schrägpfähle oder Pfahlblöcke aufgenommen, die aus Druck- und Zugpfählen bestehen. — Die *Brunnen-G.* hat als Unterbau von Brückenpfeilern, Kaimauern, Molen, Anlegebrücken, Türmen und schwereren Gebäuden abgesenkte Brunnen (*Senkbrunnen*), die auf einem Brunnenkranz aus Stahl oder Stahlbeton mit nach unten mehr oder weniger scharfer Schneide aufgemauert oder hochbetoniert und während des Höherführens abgesenkt werden, indem man aus ihrem Innern den Boden (unterhalb des Grundwasserspiegels im Nassen oder unter Wasserhaltung) ausbeut. Man verwendet auch Röhrenbrunnen, die aus Stahlrohren, vorher fertiggestellten Stahlbetonrohren oder aus einzelnen Schüssen (Ringen) von Stahl oder Stahlbeton bestehen. — Die *Druckluft-G.* entsteht aus der Brunnen-G., wenn der Brunnen oben geschlossen, Druckluft eingepreßt und dadurch das Wasser aus dem Brunnen, der nunmehr *Senkkasten* genannt wird, herausgedrängt wird. Das Innere des Senkkastens, der Arbeitsraum, ist mit der Außenluft durch *Luftschleusen*

undurchlässigen Schicht eingebracht. Durch sie wird eine tiefegekühlte Flüssigkeit eingeleitet, die einen wasserdichten Mantel aus gefrorenem Boden herstellt. So geschützt wird der Boden im Trockenen



ausgehoben und das Bauwerk errichtet. — Die Glocke der *Taucherglocken-G.* ist ein am Gerüst hängender Druckluftsenkkasten, wird jedoch mit dem Höherführen des von ihrem Arbeitsraum überdeckten Bauwerkes angehoben und schließlich abgehoben. Die *Taucherglocken-G.* wird angewendet für Arbeiten auf der Gewässersohle, für das Verzinieren von hölzernen Pfahlrosten, das Schließen von Fugen zwischen Betonblöcken, Schwimmkästen und Senkkästen usw. — *Maschinengründung*, der Unterbau von Maschinen; bes. für Turbinen, Kompressoren, Hämmer, Pressen u. dgl.; soll genügend Masse für die dynam. Kraftwirkungen hergeben und somit Erschütterungen dämpfen. Einrüttlung sandiger Böden soll vermieden werden.

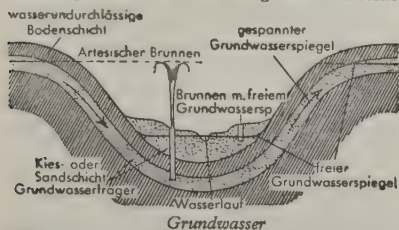
Grundwasser, das die Hohlräume des Bodens und der Gesteine füllende Wasser. Der *G.-Spiegel* wird gemessen durch Aufgraben oder in Bohrlöchern; in den Gruben und Bohrlöchern stellt sich ein „freier“ Wasserspiegel in Höhe des G.-Spiegels ein, sofern dieser sich im Boden frei ausbilden kann. Sind dagegen der G. führenden Schicht dichtere Bodenschichten überlagert, deren untere Begrenzungsfläche stärker geneigt ist als der freie G.-Spiegel, so tritt „gespanntes“ G. auf. Der G.-Spiegel liegt dann über der unteren Begrenzungsfläche der Überlagerung, unter der das G. angetroffen wurde. Im Extremfalle tritt das gespannte G. über der Bodenoberfläche aus (*artesischer Brunnen*). — Die Geschwindigkeit der Strömung ist abhängig von der Größe der Bodenhohlräume und vom Gefälle der wasserführenden Schicht. Sie beträgt bei feinem, tonhaltigem Sand der Nordseeküste 1–3 cm, bei reinem Berliner Sand 0,1–0,3 m, bei größerem Sand 1–3 m in 24 Stunden. In verkarsteten Gebieten (Neckareinzugsgebiet) bewegt sich G. in Klüften mit Geschwindigkeiten wie in offenen Wasserläufen. — G. führende Schichten nennt man *G.-Träger*. Über dem G.-Spiegel wird der Boden im Bereich des Kapillarraumes (bis zu 2 m Höhe) dadurch feucht gehalten, daß das Wasser unter dem Einfluß der Adhäsion in den engen Bodenhohlräumen ansteigt (wichtig für die Pflanzenwasserversorgung bei oberflächennaher Lage des G.-Spiegels). Der G.-Spiegel steigt und fällt wie der Spiegel der Gewässer (nur gedämpfter und verzögert) mit der Jahreszeit, dem Niederschlag und bei oberflächennaher Lage



Gründung: 1 Blockgründung einer Kaimauer; a an Land vorgefertigte Blöcke, b Beton, c Bruchsteine, d Schotter, e Aufschüttung, f gegen Ausschwemmung gesicherte Sohle, g Holzschutz gegen Schiffsschädigung. 2 Holzpfahlrostgründung einer Kaimauer; a Pfahlrost, b Beton, c natürlicher Boden, d Hinter-schüttung.

verbunden und zwar durch Personen-, Baustoff- und Bodenschleusen. Der Luftdruck im Arbeitsraum ist so hoch wie der Wasserdruck an der Unterseite (Schneide) des Senkkastens. Druckluft-G. werden bis zu etwa 40 m Tiefe ausgeführt. Die Senkkästen werden an Land oder mit Spindeln an Gerüsten hängend aufgebaut oder auch schwimmend zur Baustelle gebracht und nach Einlassen von Druckluft abgesenkt. — Bei der *Gefrier-G.* werden rings um die Baustelle Bohrröhre bis zu der wasser-

mit dem Rhythmus des Pflanzenwasserverbrauchs. – *Andauernde G.-Absenkungen* treten durch Wasserlaufregulierungen, durch Wasserwerke, durch Wasserhaltungen des Bergbaues auf, *vorübergehende G.-Absenkungen* bei der Errichtung von Bauwerken.



Früher war meist offene Wasserhaltung durch Abpumpen des einem Pumpensumpf auf der Bauwerkssohle zuströmenden G. üblich. Bei durchlässigem Untergrund wird das G. abgesenkt durch ein Brunnennetz um die Baugrube, in dem der Spiegel bis unter die vorgesehene Bauwerkssohle gesenkt wird, so daß der Aushub im Trockenen ausgeführt werden kann.

KÖHNE: Grundwasserkunde (*1948).

Grundzustand, *Normalzustand*, eines Atoms (oder Moleküls), der energieärmste seiner möglichen Zustände, von dem aus jeder (zu einem *angeregten Zustand* führende) Quantensprung nur unter Energiezufuhr (z. B. durch Absorption eines $\rightarrow$ Lichtquants oder durch Stoß eines Elektrons) möglich ist.

Grünspan, Gemisch basischer Kupfer(II)-azetate oder entsprechender Kupfersalze anderer organ. Säuren, oft als Überzug des Kupfers durch Einwirkung von Luft, Kohlendioxid und Wasser.

Gruppe, MATHEMATIK: eine $\rightarrow$ Menge irgendwelcher Gedankendinge (Zahlen, geometr. Operationen u. dgl.) mit folgenden besonderen Eigenschaften: 1) Die Verknüpfung zweier *G.-Elemente* (z. B. Drehungen) *a* und *b* ergibt ein drittes *G.-Element*, $a \cdot b$. 2) Die Verknüpfung, *Produktbildung* genannt, genügt dem $\rightarrow$ assoziativen Gesetz ($(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$). 3) Es existiert ein „*Einselement*“ *e* in der *G.* mit der Eigenschaft $a \cdot e = a = e \cdot a$ für alle *G.-Elemente* *a* (im Beispiel die „Drehung im Raume um den Winkel 0“, die jeden Punkt fest läßt). 4) Es gibt zu jedem *G.-Element* *a* ein *inverses G.-Element* a^{-1} mit der Eigenschaft $a \cdot a^{-1} = e$ (die Drehung mit der gleichen Drehungsachse wie *a*, aber mit dem negativen Drehungswinkel). Andere Beispiele von *G.*: die (von 0 verschiedenen) Brüche bezüglich der gewöhl. Zahlenmultiplikation; die ganzen rationalen Zahlen 0, ± 1 , ± 2 , ... in bezug auf die Zahlenaddition; hier ersetzt man das Verknüpfungszeichen besser durch das Zeichen +, das Einselement ist die Zahl 0. Die beiden letztgenannten *G.* heißen *abelsche G.*, weil ihre Verknüpfung kommutativ ist: $a \cdot b = b \cdot a$. Das Beispiel der Drehungs-*G.* zeigt, daß nicht jede *G.* abelsch ist. Eine abelsche *G.* bezeichnet man auch als *Modul*.

Es gibt *G.* mit nur endlich vielen Elementen, wie z. B. die *Permutations-G.* oder *symmetrische G.* von *n* aufgezählten Dingen, deren *G.-Elemente* die Vertauschungen in der Reihenfolge dieser Dinge sind. Die Ordnung dieser *G.*, d. h. die Anzahl ihrer Elemente, ist $1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot n = n!$.

Zwei Gruppen $\mathcal{G}$ und $\mathcal{G}'$ haben die gleiche *Struktur*, wenn man, unabhängig von der Bedeutung der einzelnen *G.-Elemente*, in beiden *G.* in der gleichen Art rechnet; präziser ausgedrückt, wenn es eine umkehrbar eindeutige Zuordnungsvorschrift ($\rightarrow$ Abbildung) von $\mathcal{G}$ auf $\mathcal{G}'$ gibt, bei der das Produkt $a \cdot b$ in das Produkt $a' \cdot b'$ der Bildelemente übergeht (*Isomorphismus*). Die *Darstellungstheorie* der *G.* zeigt, daß jede *G.* einer *G.* von *Abbildungen* isomorph ist, so daß man sich bei der Strukturuntersuchung in der *G.-Theorie* auf solche *G.* beschränken und die Ergebnisse dann auf jede dazu isomorphe *G.* übertragen kann. – Wenn die Zuordnung von $\mathcal{G}$

auf $\mathcal{G}'$ nicht mehr umkehrbar eindeutig, sondern nur noch eindeutig ist, das Produkt $a \cdot b$ aber wieder in $a' \cdot b'$ übergeht, spricht man von einem *Homomorphismus* der *G.* $\mathcal{G}$ auf $\mathcal{G}'$.

Anwendungsgebiete der *G.-Theorie* sind u. a.: Auflösung algebraischer Gleichungen (Galoistheorie), KLEINS Erlanger Programm in der Geometrie, Quantentheorie, Kristallographie, Erfassung von Ornamenten (z. B. Symmetrien in der Teppichweberei), Aufbau musikal. Kompositionen (Fugen). L. BAUMGARTNER: Gruppentheorie (*1958); B. L. v. d. WAERDEN: Algebra I (*1960).

Gruppengeschwindigkeit, die Geschwindigkeit des Schwerpunktes einer Wellengruppe (Wellenpaket, $\rightarrow$ Welle).

Gs, Abk. für $\rightarrow$ Gauß.

Guajakol, Brenzkatechinmonomethyläther, $C_9H_8(OH)OCH_3(1, 2)$, aus dem Guajakbaum (*Guajacum*) gewonnen, Mittel zur Begünstigung der Sekretentleerung bei Lungen- und Bronchienkrankungen. *Guajakholzöl* wird in der Parfümerie als Fixateur verwendet.

Guanin, 2-Amino-6-oxypurin, eine der vier Basen, die als Bestandteile der $\rightarrow$ Nukleinsäuren in allen Zellen vorkommen und deren Reihenfolge den genetischen Code eines Lebewesens bestimmt ($\rightarrow$ Molekulargenetik). *G.* findet sich reichlich im Guano und bedingt als kristallisierte Einlagerung den Glanz der Schuppen und der Haut vieler Fische und Reptilien.

Guanidin, Imidoharnstoff, wird durch Oxydation von *G.* erhalten. Wichtige Derivate des Guanidins sind der Eiweißbaustein *Arginin* und das *Kreatin*.

Guano, phosphor- und stickstoffreiche Exkremente von Seevögeln (auch von Fledermäusen), die sich seit vielen Jahrtausenden an den trockenen Küsten Perus und Chiles in Schichten bis zu 80 m Dicke anhäufen und als wertvoller organ. Dünger abgebaut wurden.

Guericke, Otto von, Naturforscher, * 1602, † 1686, ein Bahnbrecher der neuzeitlichen Naturwissenschaft. Br. erfand die Luftpumpe, untersuchte die Erscheinungen des luftleeren Raums, wies den Luftdruck nach, erforschte die Abhängigkeit des Wetters vom Barometerstand, baute die erste Elektrizitätsmaschine.

H. SCHIMMANK: O. v. G. (1936).

guillochieren, verschlungene geometrische Figuren (*Guillochen*) herstellen, auf Gegenständen aus Metall, Elfenbein, Holz u. a. zur Verzierung, auf Geldscheinen, Urkunden u. dgl. zum Schutz gegen Nachahmung, meist durch die Bewegungen mehr oder weniger komplizierter Getriebe (*Guillochiermaschine*), auch mit Hilfe von Schablonen oder durch Photomontage.

Güldisch, *Güldischsilber*, beim Abtreiben des Reichbleies gewonnene Legierung von Silber u. Gold.

Gully, *Sinkkasten*, Einlaufschacht für die Kanalisation, angebracht an Tiefpunkten der zu entwässernden Fläche, im Straßenrinnsal usw.

Gummi, 1) volkstüml. Bezeichnung für $\rightarrow$ Kautschuk, insbesondere im vulkanisierten Zustand. 2) der aus manchen Pflanzenteilen (bei uns z. B. aus Kirsch- und Pflaumenstämmen) fließende, an der Luft erhärtende klebrige Saft (*Gummiharz*). Die wichtigste Sorte ist das $\rightarrow$ Gummi arabicum.

Gummileiterleitung, ein- bis dreidrigel elektr. Leitung zur festen Verlegung in Rohr. Die Kupfer- oder Aluminiumleiter sind mit einer Gummimischung umgeben und mit einer Spinnstoffumflechtung versehen. Bei der *Gummileiterschur*, zum Anschluß ortsveränderl. Geräte, sind bis zu drei Leiter aus flexibler Litze mit Gummimischung umhüllt und mit Spinnstoff umflochten. Die *Gummischlauchleitung*, für größere mechan. Beanspruchung, besitzt bis zu fünf flexible gummiisolierte Leiter in einem gemeinsamen Gummimantel.

VDE-Vorschrift 0250/12.55.

Gummi arabicum, stark klebender Pflanzenschleim afrikan. Akazien, ein Gemisch aus sauren Salzen der Arabinsäure mit Zucker, Gerbstoff und Enzymen.

Gummidruck, → Anilindruck.

Gummlinsen, *Transfokatoren*, Objektive mit veränderl. Brennweite (Änderung bis zum 4,5fachen); gleichbleibende Schärfe und Lichtstärke werden durch Verändern der gegenseitigen Lage von Linsengliedern erreicht. Anwendung besonders in der Film- und Fernstechnik.

Gummrohr, Isolierrohr aus Gummi zur Unterputzverlegung von isolierten elektr. Leitungen.

Gummisackpreßverfahren dient zur Herstellung meist großflächiger Preßteile aus geschichteten Kunstharz-Preßmassen. Der Druck auf die in eine Form eingelegte Preßmasse wird durch Aufblasen eines aufgelegten Gummisacks erzeugt.

Gummischneid- und Umformverfahren, *Gummipreßverfahren*, gestatten das Beschneiden und Umformen eines Bleches durch Andrücken einer Blechtafel mit einer dicken Gummiplatte gegen ein Werkzeug, an dessen scharfen Kanten das Blech zerschnitten und um dessen gerundete Kanten es gewölbt wird. Beim üblichen G. stehen Tischplatte und darauf befestigtes Werkzeug fest, und das Vollgummikissen senkt sich. Beim *Marform-Verfahren* steht der Werkzeugstempel fest, während der ihn umgebende Tisch unter Druck des Gummikissens nachgibt. Beim *Hydroformverfahren* wird bei gleicher Anordnung der Stempel durch die feststehende Tischplatte nach oben gegen das Gummikissen gedrückt, das in diesem Fall aus einer Gummiplatte mit darüber befindlichem Druckwasser besteht.

Gurt, 1) **WEBEREI**: festes, ein- oder mehrlagig, bis sechsfach gearbeitetes Schmalgewebe aus gröberen Baumwoll-, Leinen- oder Hanzfäden.

2) **BAUTECHNIK**: *Ober-G.* und *Unter-G.*, bei Vollwandträgern die abschließenden *G.-Platten*, bei Fachwerkträgern der obere oder untere Stabzug (*Gurtung*); die einzelnen Stäbe der Gurtungen heißen *G.-Stäbe*. *Gurtbogen*, Gewölbe von Mauerdicke, die gemauerte Decken tragen und deren Last auf Mauerpfeiler übertragen.

Gußeisen, *Grauguß*, → Eisen, → Hartguß, → Temperguß.

Gußglas, gegossenes und gewalztes Flachglas,

nicht bearbeitet, nicht klar durchsichtig; genarbt und ornamentiert (*Ornamentglas*, *Kathedralsglas*), gewellt (*Waschbrettglas*), mit Drahteinlage (*Drahtglas*), von guter Lichtdurchlässigkeit, daher auch für Beleuchtungszwecke verwendet.

Gußlegierungen finden als Guß Verwendung, im Gegensatz zu *Knetlegierungen*, die nach dem Gießen verformt werden. G. unterscheiden sich von Knetlegierungen vielfach in der Zusammensetzung.

Gutenberg, Johannes, der Erfinder des Buchdrucks mit beweglichen gegossenen Lettern, * um 1400, † 1468, stammte aus der Mainzer Patrizierfamilie *Gensfleisch* und nannte sich nach seinem Vaterhause G. Er errichtete in Mainz mit geldl. Unterstützung von JOHANN FUST eine Druckerei. In ihr ist bis 1455 die 42zeilige latein. Bibel (*Gutenbergbibel*) entstanden.

Guttapercha, eingetrockneter Milchsaft der im Malaiischen Archipel heimischen *Palaquium*-Bäume, steht chemisch dem Kautschuk nahe, ist aber härter und nicht so elastisch. G. wird wegen ihrer guten Isoliereigenschaften vor allem zur Umhüllung von Kabeln verwendet.

Gyro-Antrieb, *Elektrogyro-Antrieb*, ein Fahrzeugantrieb, bei dem Antriebsarbeit in Form von kinet. Energie eines rotierenden Schwungrades gespeichert wird. Auf der gleichen Welle mit dem Schwungrad sitzt der Läufer einer Asynchronmaschine, die an Ladestellen als Motor das Schwungrad auflädt und während der Fahrt als kondensatorerregter Asynchrongenerator die Fahrmotoren speist. Die längste Strecke, die zwischen 2 Aufladungen von einem mit G.-A. ausgerüsteten Omnibus (*Gyrob*) zurückgelegt werden kann, beträgt in der Ebene etwa 5–10 km. Die Auslaufzeit des unbelasteten Schwungrades beträgt 10–15 h. – Den G.-A. entwickelte die Schweizer Maschinenfabrik OERLIKON.

Gyroide, Schraubungsschnecke.

gyromagnetischer Effekt, das Auftreten eines mech. Drehmoments bei Änderung der Magnetisierung eines para- oder ferromagnet. Körpers.

Gyrorelaxation, → magnetisches Pumpen.

H

h, 1) **PHYSIK**: das Plancksche Wirkungsquantum = $6,624 \cdot 10^{-27}$ erg · s (→ Quantentheorie). 2) Abkürzung für Stunde. 3) *H*, chem. Zeichen für → Wasserstoff. 4) Abk. für → Henry.

ha, Abk. für Hektar.

Haarlineal, **METALLBEARBEITUNG**: ein Lineal aus gehärtetem Stahl mit einer messerartigen Kante, dient, ähnlich wie der *Haarwinkel*, zum Prüfen der Ebenheit von Werkstückkanten und -flächen durch Beobachtung des Lichtspalts.

Haarmörtel, ein Gips-, Kalk- oder Zementmörtel, dem zur Erhöhung der inneren Festigkeit Haare beigemischt werden, wird bei Rabetz- und Monierarbeiten verwendet.

Haarröhrchen, *Kapillare*, → Kapillarität.

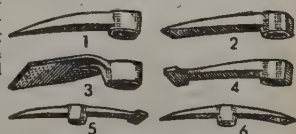
Haber, Fritz, Chemiker, * 1868, † 1934, war Prof. in Karlsruhe und seit 1911 Leiter des Kaiser-Wilhelm-Instituts für physikal. Chemie in Berlin-Dahlem. Er arbeitete bes. über Reaktionen des Stickstoffs und erreichte die direkte Vereinigung von Stickstoff und Wasserstoff zu Ammoniak. Mit CARL BOSCH arbeitete er sein Verfahren der Luftstickstoffbindung zu technischer Anwendung aus (*Haber-Bosch-Verfahren*). 1918 Nobelpreis.

KALLMANN: Das Andenken von F. H. (1946).

Haber-Bosch-Verfahren, ein Verfahren zur Gewinnung von → Ammoniak, von HABER (1905–10) entdeckt, von BOSCH (seit 1913) für den Großbetrieb nutzbar gemacht. In einen mit Koks beschickten Gassgenerator wird durch einen Ventilator abwechselnd Luft und Wasserstoff eingeführt. Das

gebildete Gasmisch (6% H_2 , 30% CO , 61% N_2 , 3% CO_2) wird einem Kontaktofen zugeleitet, mit Wasserdampf versetzt und das in weiteren Teilprozessen entstehende Gemisch von 3 Teilen Wasserstoff und 1 Teil Stickstoff im Kontaktofen bei einem Druck von 200 atü und einer Temperatur von 500–600°C zu Ammoniak vereinigt.

Hacke, **ERD- und STRASSENBAU**: Werkzeug zum Bearbeiten von Böden und Straßenfahrbahndecken, meist als *Spitz-H.*, zum Lösen größerer Stücke lockeren Bodens als *Breit- und Platt-H.*, im Eisenbahnbau zum 'Stopfen' des Schotters unter die Schwellen als *Stops-H.* Die *Kreuz-H.* ist eine zweiarmlige H., auf der einen Seite mit *Spitz-H.*, auf der anderen mit *Breit-H.*



Hacke: 1 Spitzhacke, 2 Breithacke, 3 Plathacke, 4 einfache Stopfhacke, 5 Stopfspitzhacke, 6 Kreuzhacke.

des Schotters unter die Schwellen als *Stops-H.* Die *Kreuz-H.* ist eine zweiarmlige H., auf der einen Seite mit *Spitz-H.*, auf der anderen mit *Breit-H.*

Häckselhof. Das vor oder hinter der Dreschmaschine gehäckselte Stroh (*Häckseldrusch*) wird über den Ställen eingelagert. Es eignet sich besser als Einstreu und ergibt einen besseren und leichter zu verarbeitenden und unterzupflügenden Stallmist.

Häckselmachine (*TAFEL* Landmaschinen), eine Maschine zum Schneiden von Stroh, Heu und Grünfutter. Das Schneidgut wird durch Ein-

zugswalzen oder -ketten gepreßt dem Mundstück zugeführt, an dem die Messer vorbeistreichen. Bei *Messerradhäckseln* sind die Messer an den Speichen eines Schwungrads, bei *Trommelhäckseln* am Umfang einer Trommel befestigt. Die Schnittlänge ist durch Änderung der Übersetzung zwischen Schneidwerkzeug und Vorschub regelbar. Durch Schaufeln am Messerrad wird Wurf- und Gebläsewirkung erzielt (*Wurf- und Silohäcksler*).

Hader, Lumpen, Faserrohstoffe, die für Feinpapier Verwendung finden.

Hafen, natürliches oder künstl. Wasserbecken mit Einrichtungen für den Verkehr zwischen Schiff und Land, für den Güterumschlag und -transport und für Ausbesserung und Neubau von Schiffen. Man unterscheidet *See-H.*, *Binnen-H.*, ferner *Fluß-H.* (wechselnder Wasserstand), *Kanal-H.* (Wasserstand nur wenig schwankend), und nach dem Zweck *Schutz-* oder *Sicherheits-H.*, *Handels-H.*, *Fischer-H.* u. a. m. Am Meer sind die Sicherheits-H. meist nur klein und dienen nebenbei der Fischerei. Sicherheits-H. im Binnenlande werden auch zum Überwintern der Schiffe benutzt (*Winter-H.*). *See-H.* werden als *offene H.* (im Tidegebiet *Tide-H.*) oder *Dock-H.* gebaut. Offene H. stehen in freier Verbindung mit dem Meere, ihr Wasserstand wechselt mit dem des Meeres; Dock-H. sind durch Schleusen abgeschlossene Hafenbecken mit regulierbarem Wasserstand, der meist in Höhe des Mittelhochwassers, d. h. der gewöhnl. Flut, gehalten wird. Der Dock-H. ist durch Schleusen zugänglich, und zwar durch Kammerschleusen (mit zwei Toren) jederzeit, durch Dockschleusen (mit nur einem Tor) nur bei Ausgleich der Wasserspiegel, also zweimal täglich zur Zeit des Hochwassers. Gegenüber dem erschwerten Zugang steht der Vorteil der für die Kai- und Umschlagsanlagen günstigen gleichmäß. Lage des Wasserspiegels. *Vorhäfen* sind bei Seehäfen dem Meere durch Molen abgewonnene breitere Wasserflächen hinter der Einfahrt, die den durch die Einfahrt eintretenden Segg abflauen lassen, so daß die dahinterliegenden Hafenteile ruhiges Wasser haben, bei Seekanälen und Binnenwasserstraßen sind es die vor Schleusen und Hebewerken liegenden Erweiterungen der Kanalstrecke, in denen die Schiffe auf das Durchschleusen warten.

Der offene H. wird, wenn er nicht ausreichenden natürl. Schutz hat, durch *Molen* (*Wellenbrecher*) gegen den Segg geschützt. Die Einfahrt liegt dann zwischen den Enden der Molen, den *Molenköpfen*. Die Molen werden als Steindämme, aus Betonblöcken oder als feste Mauern aus Beton oder Bruchsteinen (auf Felsenuntergrund oder Steinschüttung) gebaut. An der Ostsee ist die Pfahlmole verbreitet, zwei gegeneinander verankerte Pfahlwände mit Steinfüllung, die über Wasser mit einer Bruchsteinmauer überbaut sind. Die Molenköpfe werden bes. stark ausgeführt, weil sie dem Angriff der See am meisten ausgesetzt sind. Die Molenköpfe an der H.-Einfahrt tragen die *H.-Feuer*.

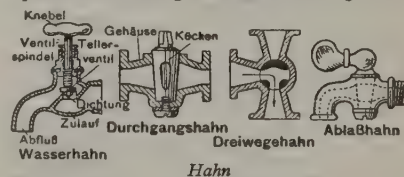
Die Ufer der Umschlags-Becken der See- und Binnen-H. sind mit Kaimauern oder Bohlwerken eingefasst, an denen die Schiffe anlegen. In der freien Wasserfläche des H. machen die Schiffe an Dalben oder schwimmenden Bojen fest. Hinter der Kaimlinie stehen die mit Kränen ausgerüsteten Kaischuppen und -speicher, die dem Umschlag und der Lagerung von Gütern dienen. Im Freien lagern des Massengut (Kohlen, Erz, Baustoffe) wird mit Verladebrücken und Kränen umgeschlagen, die hinter der Kaimlinie laufen. Unmittelbar am Kai und hinter dem Kaischuppen liegen Ladestraßen und Eisenbahngleise, auf denen die Güter mit Fuhrwerk, Lastkraftwagen und der Hafenbahn zu- und abgefahren werden. In den See-H. wird ein großer Teil der Güter unmittelbar zwischen See- und Binnenschiff umgeschlagen, zum Teil mit den Kränen der Seeschiffe (Schiffsgeschirr), zum Teil mit an Land stehenden oder schwimmenden Kränen. Ferner dienen dem Umschlag schwimmende Getreideheber, schwimmende Kohlenbunkergeräte zum Beunkern (Kohlennehmen) der Seeschiffe, schwimmende und an Land

stehende Schwerlastkräne. Fahrgastschiffe legen an besonderen Anlegestellen an, die für die Überseedampfer mit umfangreichen Anlagen (Warteräumen, Gepäckübernahme, Zollabfertigung, Quarantänegebäuden usw.) ausgestattet sind. Fährdampfer und Schleppdampfer vermitteln den Verkehr im H. Für die Ausbesserung, die Ausrüstung und den Bau von Schiffen sind in großen H. Werftanlagen vorhanden, die über Docks, Schiffsaufschleppen und Hellinge verfügen.

Hafnium, *Hf*, chem. Element, Metall; Ordnungszahl 72, Massenzahlen 180, 178, 177, 179, 176, 174, Atomgewicht 178,49; Schmelzpunkt etwa 1700°C, Siedepunkt über 3200°C, Dichte 11,4 g/cm³. H. kommt hauptsächlich in den Mineralien des → Zirkoniums vor. Roh-H. wird durch stufenweise Kristallisation aus diesen Mineralien gewonnen; reines H. wird durch Überführen des Roh-H. in die Jodid und anschließende Zersetzung erhalten. Elementares H. ist glänzend und sehr dehnbar. Da die Trennung von H. von dem chemisch eng verwandten Zirkonium sehr umständlich ist, wird es praktisch nur zusammen mit diesem verwendet.

Hagel, atmosph. Niederschlag in Form von Eisteilchen (*H.-Körnern*, *Schloßen*) mit undurchsichtigem Kern, umlagert von teils durchsichtigen, luftleeren, teils weißlichen, lufthaltigen Eishüllen. Der zweischalige Bau des H.-Korns entsteht durch mehrschichtige Anlagerung von Eiskristallen und unterkühlten Wasserteilchen an Graupeln bei der turbulenten Auf- und Abwärtsbewegung innerhalb der aufgetürmten Wolken (Kumulonimbus). Kennzeichnend ist das Auftreten riesiger, von unten jedoch nur selten sichtbarer Wolkentürme und die tiefschwarze, gelegentlich gelbl. Färbung der Wolke.

Hahn, Vorrichtung zum Absperrern einer Rohrleitung oder zum Regeln der Durchflußmenge. Der gewöhnl. *Wasser-H.* ist eine Art Niederschraubventil: beim Drehen des Handgriffs wird eine Ventilplatte mit Dichtung auf den Sitz niedergedrückt



oder angehoben und so der H. geschlossen oder geöffnet. Bei anderen Bauarten befindet sich in einem Gehäuse ein kegelförmiger Körper mit einer Bohrung in der Mitte (das Kegel), der gedreht werden kann (*Kegel-H.*). Steht die Öffnung quer zur Fließrichtung, so ist der H. geschlossen; stimmen Öffnung und Fließrichtung überein, so ist er geöffnet. Der *Ablaß-H.* hat ein Ablaßrohr, der *Durchgangsh.* wird mit zwei Flanschen in eine Rohrleitung eingebaut, der *Dreiwegh.* hat eine Sperrstellung und zwei Ausflußrichtungen.

Hahn, Otto, Chemiker und Physiker, * 1879, Prof. in Göttingen, 1912-44 am Kaiser-Wilhelm-Institut in Berlin, Atomforscher, entdeckte unter Mitarbeit von Lise Meitner und Fritz Strassmann das Protaktinium, die Kernisomerie und 1938 die Kernspaltung des Urans durch Bestrahlung mit Neutronen. 1944 Nobelpreis.

Hahnenbalken, *Hain-, Spitz- oder Katzenbalken*, der oberste Querbalken im Dachstuhl als Querverband jedes Sparrenpaares.

Hahnfassung, eine Fassung, die einen Schalter zum Ein- und Ausschalten der Glühlampe enthält.

Hahnfett, mineralische oder Kunstfette zur Abdichtung des Kükens gegen die Hülse bei Kegelhähnen und Kegelschiffen. H. soll gute Schmiereigenschaften, aber nicht zu große Viskosität (*Ramsay-Fett*) und für die → Hochvakuumtechnik einen möglichst niedrigen Dampfdruck haben (*Apiezom-Fett* aus Silikon).

Haken, winkelig oder rund gebogenes Stück Me-

tall (Draht, Blechstreifen). Der *X-Haken* wird mit einem Stahlstift an der Wand befestigt, er hinterläßt kaum sichtbare Löcher.

Hakenleiter, Feuerlöscheräte.

Hakenschlüssel, ein Schraubenschlüssel zum Anziehen und Lösen von Rundmuttern. Diese sind mit Löchern oder in axialer Richtung verlaufenden Schlitzern am Umfang zum Einsetzen des H. versehen. Ein *Gelenk-H.* ist für Muttern verschiedener Durchmesser brauchbar.

Halbfranzband, BUCHBINDEEI: Einband mit weit auf den Deckel reichendem Lederrücken, großen Lederecken und Papier- oder Leinenüberzug.

Halbholz, ein Bauholz, das durch einmaliges Zerschneiden eines Stammes in Längsrichtung entsteht. Durch nochmaliges Schneiden senkrecht zum ersten Schnitt erhält man *Kreuzholz*.

Haibleiband, BUCHBINDEEI: Bucheinband mit nur schmal auf den Deckel übergreifendem Lederrücken und Papier- oder Leinenüberzug.

Halbleinen, ein glattes oder gemustertes Gewebe für Leib-, Hand-, Tisch- und Bettwäsche mit Baumwollgarn oder -zwirn in der Kette und Leinen- oder Wergarn im Schuß. H. kann auch gewichtsmäßig zu 30 % aus Leinen bestehen.

Halbleinenband, BUCHBINDEEI: Bucheinband, dessen Einbanddecke im Unterschied zum *Ganzleinenband* nur am Rücken mit Buchbinderleinwand, im übrigen Teil aber mit Papier überzogen ist.

Halbleiter, chem. Elemente und Verbindungen mit hohen spezif. elektr. Widerständen, deren Größe mit abnehmender Temperatur zunimmt. Bei sehr tiefen Temperaturen werden die H. zu Isolatoren. Das elektr. Verhalten der H. ist dadurch bedingt, daß eine *Aktivierungsenergie* aufgebracht werden muß, um Elektronen für den elektr. Ladungstransport frei zu machen. Werden die Elektronen aus dem idealen Kristallgitter ausgelöst (*Eigen-H.*), so ist die Aktivierungsenergie groß; stammen sie aus einem gestörten Gitterbereich oder von Fremdatomen, deren Konzentration oft sehr gering sein kann, so ist die Aktivierungsenergie meist sehr viel kleiner (*Störstellen-H.*). Zu den Störstellen-H. gehören viele Oxide und Sulfide der Schwermetalle, z. B. Kupferoxyd (Cu_2O), Titandioxid (TiO_2), Kadmiumsulfid (CdS), auch Verbindungen wie Kupferjodid (CuI), Kaliumbromid (KBr), und einzelne Elemente wie Selen, Tellur, Germanium, Silizium. Kupfer(I)-oxid (Kupferoxyd), Selen, Germanium und Silizium haben als Gleichrichtermaterialien eine sehr große techn. Bedeutung gewonnen (Kristalldioden, Trockengleichrichter). Außerdem werden Germanium und Silizium für $\rightarrow$ Transistoren in großem Umfang verwendet. Die Änderung des elektr. Widerstandes einzelner H. durch Licht- oder Wärmestrahlung wird bei den *H.-Photoelementen* und beim *H.-Bolometer* technisch ausgenutzt. Die Abhängigkeit der elektr. Leitfähigkeit von der Temperatur kann zur Steuerung therm. Regelanrichtungen, zur Verzögerung von Einschaltvorgängen, zur Stabilisierung elektr. Spannungen oder auch zum Funkenlöschern bei elektr. Schaltkontakten benutzt werden.

Halbleiter-Kühlelement, ein Peltier-Element, bei dem als Thermoelement ein Halbleiter dient. Erst nach Auffindung geeigneter Halbleiter (z. B. aus Wismut-Tellurit) in neuerer Zeit konnte der Peltier-Effekt zur Kälterzeugung praktisch angewandt werden, z. B. für Haushalt-Kühlschränke, für Kühl- und Heizzwecke auf U-Booten u. a.

Halbleiter-Stromeffect, der Peltier-Effekt unter Verwendung von Halbleitern.

Halbmesser, $\rightarrow$ Radius.

Halbmetalle, chem. Elemente mit teils metallischen, teils nichtmetall. Eigenschaften wie Arsen, Antimon, Selen, Tellur, Silizium und Germanium.

Halbschattenapparat, ein photometr. Gerät zum Messen der Drehung einer Polarisationssebene des Lichtes beim Durchgang durch ein optisch aktives Mittel, z. B. Zuckerlösung, Kristall u. a. Dabei erscheint das Gesichtsfeld in zwei Hälften geteilt, deren Licht durch einen Spezial-Polarisator linear

so polarisiert wird, daß die Polarisationsrichtungen einen Winkel von z. B. 10° (den *Halbschatten*) miteinander bilden. Ein Analysator kann so eingestellt werden, daß die beiden Gesichtsfeldhälften gleich hell erscheinen. Wird zwischen Polarisator und Analysator ein die Polarisationssebene drehendes Mittel geschaltet, so muß der Analysator um den Drehwinkel nachgestellt werden, bis die beiden Gesichtsfeldhälften wieder gleich hell erscheinen.

Halbwertschicht, die Schicht eines Stoffes, die eine Strahlung auf die halbe Intensität schwächt.

Halbwertszeit, die Zeit (t), in der eine wägbare Menge eines radioaktiven Elements zur Hälfte zerfällt, d. h. sich zur Hälfte in ein neues Element umwandelt. Mit der Zerfallskonstanten k steht sie in der Beziehung: $t = \frac{1}{k} \cdot \ln 2$. Die H. ist für die einzelnen radioaktiven Elemente sehr verschieden, für das Uran-Isotop 238 z. B. 4,5 Milliarden Jahre, für Radium 1580 Jahre, für Mesothorium 6,7 Jahre, für das kurzlebige natürlich-radioaktive Element Thorium C' nur 0,0000003 Sekunden. – Bei instabilen Elementarteilchen gibt man häufiger die mittl. *Lebensdauer* T an, $T = \frac{1}{k}$.

Halbzeug, HÜTTENMÄNNISCH: Walzerzeugnis in der Block- oder Vorstraße wie Vorkblock, Bramme, Knüppel, Platine, das auf Profilstahl, Stabstahl, Blech, Rohr u. dgl. durch Walzen weiterverarbeitet wird.

Hall-Effekt: In elektr. Leitern, die sich in einem homogenen Magnetfeld befinden und in denen senkrecht zum Magnetfeld ein elektr. Strom fließt, entsteht senkrecht zum Magnetfeld und zum Strom eine elektr. Spannung (E. H. HALL 1879). Sie ist proportional zu Magnetfeld und Strom und umgekehrt proportional zur Leiterdicke; die Proportionalitätskonstante heißt *Hallkonstante*. Der normale H.-E. läßt sich aus der Kraft, die vom Magnetfeld auf die sich im Leiter bewegenden Elektronen ausübt wird, verstehen; bei Stoffen mit *anomal* H.-E. ergibt sich eine Spannung mit entgegengesetztem Vorzeichen, wie wenn sich Positionen im Leiter bewegten. Der H.-E. wurde erst durch die Quantentheorie vollständig gedeutet.

Halloysit, $\rightarrow$ Kaolinit.

Hallraum, allseitig geschlossener Raum mit harten, glatten Wänden. An diesen wird der Schall fast voll reflektiert und klingt deshalb nur langsam ab.

Hallsonde, *Hallgenerator*, Sonde zur Messung von magnet. Feldstärken unter Ausnutzung des Hall-Effekts. Meist wird Wismut als Sondenmaterial verwendet, da es eine große Hallkonstante hat.

Hallwacheffekt, $\rightarrow$ lichtelektrischer Effekt.

Halo, 1) Beugungs-, Brechungs- und Reflexionserscheinungen in einem Medium vieler kleinster Teilchen vor einer Lichtquelle. – Bei uneinheitlicher Teilchengröße sieht man die Lichtquelle von einem *Hof* umgeben, dessen Helligkeit von einer bestimmten Entfernung ab sehr rasch abnimmt und einen Rand vortäuscht. Die Höfe um Sonne und Mond entstehen durch Beugung der Lichtstrahlen an den Wolkentröpfchen. – Bei einheitlicher Teilchengröße können *Ringe* entstehen, deren Halbmesser bestimmten bevorzugten Ablenkungswinkeln des Lichts an den Teilchen entsprechen. Die Ringe sind farbig, wenn der Winkel von der Wellenlänge abhängt, und zwar liegt Rot innen bei Brechung, also auch bei Ringen um Sonne und Mond, außen bei Beugung ($\rightarrow$ Dispersion).

Atmosphärische H.-Erscheinungen können noch sehr viel verwickeltere Gestalt zeigen, wenn die Schneekristalle durch Luftströmungen eine regelmäßige räumliche Orientierung in geeigneter Lage annehmen. Neben dem *kleinen Ring* (22° Öffnungswinkel) erscheinen u. U. der *große Ring* (46° Öffnungswinkel), der *Horizontalkreis*, obere und untere *Berührungsbogen* des kleinen Ringes, *Zirkumzenitalbogen*, *Lichtsäulen* u. a. m. Die Ringe können sich an bestimmten Stellen, z. B. an der Kreuzung mit dem Horizontalkreis, zu lichtstarken *Nebensonnen* verdichten.

2) die ein Sternsystem umgebende Gashölle aus Wasserstoff.

Halogene, Salzbildner, gemeinsame Bezeichnung für die chem. Elemente Fluor, Chlor, Brom, Jod, Astat, deren Elektronenhölle durch das Fehlen eines äußeren Elektrons zur Bildung einer abgeschlossenen neuen Schale gekennzeichnet ist (→ Atomphysik, → Periodisches System). Mit Wasserstoff bilden die H. die *H.-Wasserstoffsäuren*, mit Metallen deren Salze, die *Halogenide*.

Haltepunkte sind Bahnanlagen für den freien Strecken ohne Weichen, wo Züge für Zwecke des Verkehrs planmäßig halten. Ist ein Haltepunkt mit einer Abzweigstelle oder einer Anschlußstelle örtlich verbunden und dient die Gesamtanlage dem öffentlichen Verkehr, so wird sie als *Haltestelle* bezeichnet.

Hämätein, → Hämatoxylin.

Hämatin, *Oxyhäm*, der eisenhaltige, eiweißfreie Teil des → Hämoglobins.

Hämatis, → Eisenglanz.

Hämatoxylin, im Blauholz vorkommende arom. Verbindung, die an der Luft zu dem blauvioletten Farbstoff *Hämätein* oxydiert. Anwendung als Färbemittel für histolog. Präparate.

Hämoglobin, früher *Methämoglobin*, ein dreiwertiger, Eisen enthaltender Blutfarbstoff, der durch Oxydation aus dem → Hämoglobin entsteht.

Häm, die Farbstoffkomponente des Hämoglobins, in der das Eisen jedoch dreiwertig vorliegt im Unterschied zum *Häm* mit zweiwertigem Eisen.

Hammer, ein Stoß- und Schlagwerkzeug; besteht aus *Kopf* und *Stiel* (*Helm*). Die breite rechteckige oder kreisförmige Schlagfläche des Kopfes heißt *Bahn*, die schmale oder spitz zulaufende Fläche *Finne* oder *Pinne*. Der H.-Kopf ist meist aus Stahl. Zur Bearbeitung weicher und empfindlicher Stoffe, z. B. Kupferblech, oder zum Vermeiden von Beschädigungen beim Fügen oder Trennen fertiger Maschinenteile oder zum Schlagen auf Werkzeuge (z. B. Meißel mit Heft) dient der *Holz*-, *Blei*-, *Kupfer*-, *Gummi*- oder *Kunststoff-H.* ähnliche Hilfswerkzeuge beim Schmieden, die erst durch den Schlag eines H. wirksam werden, sind z. B. der *Setz-H.* und der *Schlicht-H.*

Hammerbrecher, Maschine zum Zerkleinern von Gestein, mit einer oder zwei Wellen und daran befestigten beweglichen Schlägern.

Hammermühlen zerkleinern durch mit sehr hoher Drehzahl umlaufende Rotoren, die Hämmer, Kreuze oder Nasen als Schlagwerkzeuge besitzen.

Hammerschlag, 1) der beim Warm Schmieden von Stahl abspringende → Zunder, 2) Muster, das wie gehämmert aussieht.

Hämogen, antianämisches Vitamin, → Vitamine. **Hämoglobin**, der Farbstoff der roten Blutkörperchen, ein *Chromoprotein* aus einer farblosen Eiweißkomponente *Globin* und dem Farbstoff *Häm*;

Molekulargewicht 68 000. Während das Globin der verschiedenen Blutarten stark voneinander abweicht, ist das Häm stets das gleiche innere Komplexsalz des Eisens. Es entsteht aus dem ringförmig aus Pyrrolaldehydmolekülen aufgebauten Porphin durch Ersatz einzelner H-Atome durch Radikale und Einlagerung von Eisen(II) in Ringmitte. Seine Struktur wurde bereits 1912 von KÜSTER aufgeklärt; 1936 wurde es von FISCHER und GLEIM synthetisch dargestellt. Das Globinmolekül besteht beim Menschen aus 574 Aminosäuren in je zwei gleichartigen Peptidketten mit 141 und 146 Resten. Die 4 Ketten sind in komplizierter Weise räumlich verschlungen derart, daß sie ein kugelförm. Gebilde mit 4 flachen Taschen bilden, in denen 4 Häm-Moleküle liegen (KENDREW u. PERUTZ, Nobelpreis 1962).

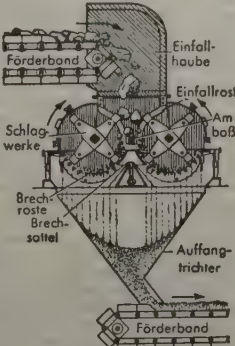
Das Eisen kann je nach dem Grad der Sauerstoffspannung ein Molekül Sauerstoff aufnehmen oder abgeben und dient damit der Zellatmung. Eine Verbindung des H. mit Kohlenoxid ist das *Kohlenoxid-H.*, das in seine Komponenten zu dissoziieren vermag. Es ist zur Sauerstoffbindung nicht mehr fähig; das Kohlenoxid wird über 200mal stärker vom H. gebunden als Sauerstoff; darum ist Kohlenoxid ein starkes Atemgift.

Handbremse, mit Handrad, Hebel oder Kurbel bediente, durch mechan. Übertragungselemente auf die Bremsbacken wirkende Bremse.

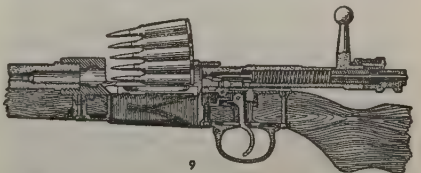
Handfeuerwaffen, Feuerwaffen, die, im Unterschied zum Geschütz, von einem Mann getragen und mit der Hand bedient und abgefeuert werden.



Hammer



Hammerbrecher



Handfeuerwaffen: deutsches Gewehr 1898 (Schnitt), mit geöffnetem Schloß und eingesetztem Ladestreifen vor dem Laden.

Der Schütze selbst nimmt alle Handlungen vor, die das Zubringen, Laden und Entzünden der Patronen sowie das Entladen der Waffe erfordert. – H. sind Gewehre, Karabiner, Pistolen und Revolver. Bei Gewehren und Karabinern ist der Lauf etwa 60 cm, bei Pistolen und Revolvern etwa 20 cm lang. Er trägt die Visiereinrichtung (Kimme und Korn) und hat innen schraubenförmige Nuten (Züge), die dem Geschütz zur Stabilisierung einen Drall verleihen. Am hinteren Ende des Laufes ist das Patronenlager, das die Patrone aufnimmt und vom Verschuß (Schloß) nach hinten abgeschlossen wird. Im Schloß ist der Schlagbolzen arretiert, er wird durch Betätigen der Abzugsvorrichtung freigegeben, schnell vor auf das Zündhütchen der Patrone, die dadurch entzündet wird. → Jagdgewehr.

Handgranate, mit der Hand zu werfender Sprengkörper, Nahkampfwaffe der Infanterie zur Wirkung auf Entfernungen von bis 30 m. Man unterscheidet *Kugel*-, *Bi*- und *Stiel-H.* von verschiedener Konstruktion; in der deutschen Wehrmacht wurden Stiel-H. bevorzugt (Wurfweite etwa 25 m, Splitterwirkung bis zu 20 m im Umkreis). Die Wirkung der H. ist in nächster Nähe vernichtend.

Handpresse, eine Presse einfacher Bauart für Handbetrieb, auf der Korrekturabzüge, Andrucke sowie kleine Druckauflagen hergestellt werden.

Handramme, Besatzschlegel, Stämper, Junger, Hoyer, Heye, ein Werkzeug zum Verdichten des Baugrundes bei Gründungsarbeiten oder zum Festrammen des Straßenpflasters; etwa 1 m lang, aus Holz mit Eisenbeschlag oder aus Eisen, mit Handgriffen für 1–4 Mann.

Handregeln, ELEKTRIZITÄTSLEHRE: 1) die Linke Hand-Regel ergibt die Richtung der im magnet.

Hanf – Härte

Feld auf einen Stromleiter wirkenden Kraft: Stellt man Daumen D , Zeigefinger Z und Mittelfinger M der linken Hand senkrecht zueinander und weist Z in Feldrichtung, M in Stromrichtung, so ergibt D die Richtung der Kraft. 2) die Rechte Hand-Regel ergibt die Richtung des Induktionsstromes in einem im magnet. Feld bewegten Leiter: Weist Z der rechten Hand in Feldrichtung, D in Bewegungsrichtung, so ergibt M die Richtung des Induktionsstromes.

Hanf, einjährige, zweigeschlechtliche, 1,5–2,5 m hohe Faser- und Ölplanze. Die männliche (*Femel*) liefert die feineren Bastbündel. Die Gewinnung (*Rösten*) und mechan. Ausarbeitung erfolgt wie beim → Flachs oder durch Abziehen des Bastes von Hand (Schleiß-H.). Der Schwing-H. wird auf eine Hechellänge von 60–75 cm geschnitten. Die kottornisierten Einzelfasern sind 15–55 mm lang. H. ist sehr reißfest, aber weniger gut teilbar, daher Verwendung für gröbere Garne und Gewebe (Täue, Seile, Bindfäden, Segeltuch, Gurte). Wichtigste Anbauländer sind: Rußland, Italien, Jugoslawien, Rumänien und Polen.

Hängebahn, Vorrichtung zum Fördern von Stück- und Massengütern. An einer Schiene fahren hängende Wagen, die von Hand (*Hand-H.*), durch eine endlose Kette (*Schaukelförderer*) oder einzeln elektrisch angetrieben werden (*Elektro-H.*).

Hängebank, BERGBAU: Übergang zwischen der senkrechten Förderung (Schacht) und der horizontalen über Tage.

Hangendes, BERGBAU: die Schichten über einer Lagerstätte nutzbarer Mineralien. Gegensatz: *Liegendes*. Man unterscheidet *unmittelbares H.* (*Dach*) und *Haupt-H.* Für die Auswirkungen des Gebirgsdruckes auf die Grubenräume und die Erdoberfläche sind die Hangendschichten von großer Bedeutung.

Hängewand, eine frei tragende, leichte Trennwand, die wie ein Träger so konstruiert ist, daß sie ihr Gewicht auf zwei Auflager überträgt.

Hängewerk, ein besonders im Holzbau häufig angewandtes Tragwerk zum Überspannen größerer Räume. Es ist durch *Hängesäulen* gekennzeichnet, die durch Streben gegen die Auflager abgesteift sind. Die Lasten der Decken (im Hochbau) oder der Fahrbahn (im Brückenbau) werden an die Hängesäulen angehängt. Die Konstruktion findet außer im Brückenbau auch als *Hängesprengwerk* im Dachbau Anwendung.

Hängezeug, BERGBAU: Kombination von Kompaß und Gradbogen für die Bestimmung von Richtungen in der Horizontalen und der Vertikalen.

Hardtop, ein (im Gegensatz zum Kabriolett) steifer auf- und absetzbarer Auto-Kabinenaufbau.

harmonische Analyse, *Fourier-Analyse*, ein mathemat. Verfahren, durch das eine *periodische* Schwingung oder Welle $f(t)$ in ihre Grundschwingung (1. *Harmonische*) und deren Oberschwingungen (2., 3., usw. *Harmonische*) zerlegt werden kann, z. B. ein Klang in Grund- und Obertöne. Größe und Phase (zeitliche Lage) der Harmonischen werden bei der h. A. formelmäßig, durch Zahlenrechnung, oder mechanisch mit dem *harmonischen Analysator* bestimmt. Dabei fährt man mit einem Fahrstift die zu analysierende Kurve nach, wobei durch ein oder mehrere Meßwerke, z. B. Planimeter, Größe und Phase der Teilschwingungen angezeigt werden. Periodische Bestandteile in *nichtperiodischen* Vorgängen findet man durch → Periodogrammanalyse.

Die Umkehrung der h. A., *harmonische Synthese* (*Fourier-Synthese*), dient z. B. zum Nachprüfen des Ergebnisses einer h. A.

harmonische Bewegung, eine period. Bewegung, die als Projektion einer Kreisbewegung ge-

dacht werden kann, sich also durch eine reine Sinus-Funktion darstellen läßt.

harmonische Folge, die Zahlenfolge $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \dots$; *harmonische Reihe*, die daraus gebildete divergente Reihe $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \dots$ (→ Grenzwert).

harmonische Teilung, die Teilung einer Strecke durch einen inneren und einen äußeren Punkt im gleichen Verhältnis. AB ist also durch die Punkte C und D harmonisch geteilt, wenn die Proportion gilt:

$AC : CB = AD : DB$, wenn also das → Doppelverhältnis $(A, B; C, D) = -1$ ist. Umgekehrt wird dann auch CD durch A und B harmonisch geteilt. AB heißt das *harmonische Mittel* zwischen AC und AD . A, B, C, D heißen *harmonische Punkte*, vier durch sie gelegte Strahlen mit dem gleichen Ausgangspunkt *harmonische Strahlen*. Jede beliebige Gerade wird von ihnen wieder in harmon. Punkten A_1, B_1, C_1, D_1 geschnitten.

Die Bezeichnung h. T. ist aus der Musiklehre übernommen. Gibt eine Saite AD den Grundton und liefert AB die große Terz und AC die Quinte dazu, so sind $ABCD$ harmonische Punkte.

Harnisch, eine glänzende, gestrieme Rutschfläche, vor der eine Gesteinsscholle an einer anderen abgesehen ist.

Harnsäure, 2-, 6-, 8-Trioxypurin, ein Endprodukt des Eiweißstoffwechsels, wird durch den Harn ausgeschieden. Die H. ist eine mehrbasige Säure, deren Säurecharakter durch Enolisierung der CO-Gruppen bedingt ist; sie kann saure und neutrale Salze (*Urate*) bilden. Mit Salpetersäure abgedampft, hinterläßt die H. einen gelben Fleck, der mit Ammoniak eine rotviolette Färbung annimmt (*Murexidprobe*, *Murexidreaktion*). Durch Reduktion geht die H. in Xanthin und Hypoxanthin über. Oxydationsprodukte der H. sind das Allantoin und das Alloxan.

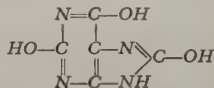
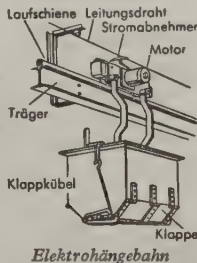
Harnstoff, *Karbamid*, $H_2N \cdot CO \cdot NH_2$, das Diamid der Kohlensäure, ein Endprodukt des Eiweißstoffwechsels bei Säugetieren, Amphibien und Fischen, bildet sich in der Leber aus Kohlensäure und Ammoniak unter Mitwirkung von Enzymen. Technisch wird H. durch Erhitzen von karbaminsaurem Ammonium (aus Kohlensäure und Ammoniak) hergestellt: $H_2N \cdot COONH_4 = H_2N \cdot CO \cdot NH_2 + H_2O$. Beim Erhitzen auf höhere Temperatur zersetzt er sich zu Biuret und Zyanursäure. Verwendung als hochwertiger Stickstoffdünger, als Stabilisator für Nitrocellulose, zur Herstellung der Schlafmittel der Barbitursäurereihe, zusammen mit Formaldehyd zur Herstellung von *Harnstoffharzen* (→ Kunststoff) usw. Als *Urea pura* wird H. auch als harntreibendes, als keimtötendes, desodorierendes und zellanregendes Mittel in Wundverbanden verwendet.

Hartbenzin, feste Masse aus 95–97% Benzin, das in einem sehr porösen Harnstoff-Formaldehyd-Kondensat verteilt ist. Das Benzin daraus wird durch Destillation oder durch Abpressen des Trägergerüsts mit einer Ausbeute von etwa 90% gewonnen.

Hartblei, Legierungen aus Blei mit 5–13% Antimon oder anderen Legierungszusätzen. Anwendung für Akkumulatoren, Spritzguß, Geschosse, Kabelmäntel usw. *Wetchblei*, das nicht legierte Blei.

Hartbrandziegel, Vollziegel mit einer mittleren Druckfestigkeit von 250 kp/cm² für Pfeiler und stark belastete Mauerwerkteile.

Härte, 1) Die H. von MINERALIEN wird nach der Mohsschen Härteskala bestimmt. Danach hat ein Mineral eine geringere H. als eines, von dem es geritzt wird: 1: Talk, 2: Gips (oder Steinsalz), 3: Kalkspat, 4: Flußspat, 5: Apatit, 6: Orthoklas (Feldspat), 7: Quarz, 8: Topas, 9: Korund, 10: Diamant.



Die H. von WERKSTOFFEN, meist Metallen und Legierungen, definiert man mit Hilfe der verschiedenen gebräuchl. Prüfverfahren. **Brinellhärte:** Eine Kugel aus gehärtetem Stahl oder Hartmetall wird durch eine Last in den Stoff gedrückt und der Durchmesser des Kugelindrucks gemessen. **Vickershärte:** Eine Diamantpyramide wird in den Prüfstoff eingedrückt, die Diagonale des Eindrucks gemessen. **Rockwellhärte:** Der Prüfkörper ist bei harten Stoffen ein Diamantkegel, bei weichen eine gehärtete Stahlkugel, die Eindringtiefe wird mit einer Meßuhr gemessen. **Schlaghärte:** Ein geeichter Vergleichstab und das Prüfstück werden durch gleichwertige Schläge angeschlagen. Der Durchmesser der Schlagdellen wird gemessen. **Fallhärte** nach SHORE: Die Rücksprunghöhe eines kleinen Fallhammers mit Diamantspitze wird gemessen. **Ritzhärte:** Eine belastete Diamantspitze wird über die polierte Probenoberfläche geführt; die Ritzbreite wird gemessen. **Pendelhärte:** Eine pendelnde Stahlkugel wird durch das Prüfstück gedämpft; die Schwingungsfrequenz wird gemessen.

2) H. DES WASSERS, der Gehalt des Wassers an Kalzium- (vorwiegend) und Magnesiumverbindungen, wird nach **Härtegraden** gemessen. Ein dt. Härtegrad entspricht dem Gehalt von 10 g Kalk (CaO) oder 7,14 g Magnesia (MgO) in 1000 l Wasser. Eine chem. Maßeinheit ist 1 mval/l (= Millivale je Liter) = 2,8 dt. H.-Grade. Mittelhartes Wasser hat 8–12 (dt.) H.-Grade. Man unterscheidet **Karbonat-H.** (vorübergehende) und **Nichtkarbonat-H.** (bleibende, Mineralsäure-H.). Erstere wird gebildet durch die Karbonate und Bikarbonate der Erdalkalien, die durch freie Kohlensäure in Lösung gehalten werden. Die Nichtkarbonat-H. umfaßt die nicht an Kohlensäure, sondern vorwiegend als Chloride, Sulfate, Nitrate, Silikate, Phosphate, Humate gebundenen Erdalkalien. Die Summe von Karbonat- und Nichtkarbonathärte ist die **Gesamt-H.** – Harte Wässer verursachen einen gesteigerten Verbrauch an Seife und machen die Wäschefaser grau und brüchig; die modernen synthet. Waschmittel sind härteunempfindlich. In Dampfkesseln entsteht durch hartes Wasser Kesselstein. Zur **Enthärtung** verwendet man Natriumbikarbonat, gelöschten Kalk, → Ionenaustauscher.

3) H. von STRAHLUNGEN, hohe Energie und große Durchdringungsfähigkeit; **harte Röntgenstrahlen** z. B. sind Röntgenstrahlen mit sehr kurzer Wellenlänge und entspr. hoher Schwingungszahl, der wiederum eine hohe Energie entspricht. Die **harte Komponente der kosm. Ultrastrahlung** besteht aus den in Stoßprozessen energiereicher Nukleonen der Ultrastrahlung auf Atomkerne der Luft gebildeten μ -Mesonen. Sie entsteht vorwiegend in größeren Höhen der Atmosphäre (zwischen 15 bis 30 km).

härten 1) METALLISCHER WERKSTOFFE kann in verschiedener Weise vorgenommen werden: 1) Durch **Kaltverformung** wie Walzen, Schmieden, Pressen usw. werden die Werkstoffe härter und fester, aber auch spröder. Man spricht z. B. von walzharten Blechen, die durch Glühen nicht entspannt worden sind. Auch Oberflächenzonen lassen sich durch Hämmern verfestigen. 2) Durch **Beeinflussung der Erstarrung** von Guß, vorzugsweise beschleunigte Abkühlung, lassen sich bestimmte Legierungen durch und durch oder an der Oberfläche (Schalenhartguß) härter herstellen. 3) Durch **Glühen** bei bestimmten Temperaturen (Leichtmetall-Legierungen meist bei 500°C), **Abschrecken** und anschließendes **Lagern** bei normaler oder mäßig erhöhter Temp. lassen sich viele Legierungen **aushärten**, von denen die Leichtmetall-Legierungen am bekanntesten geworden sind. 4) **Glühen** bei best. Temperaturen (**Stahlhärtung** je nach Zusammensetzung 750–900°C, Sonderstähle z. T. bis 1300°C), **Abschrecken** an Luft, in Wasser, in Öl, Salzschmelzen oder flüssigem Blei und meist noch nachfolgendes **Anlassen** bei mehr oder weniger hoher Temperatur läßt bei Stahl sehr hohe oder gemilderte H. erzielen. 5) **Oberflächenhärtung** kann durch örtliche Kaltbearbeitung, durch Überziehen (Hartverchromung), kurzzeitige Ober-

flächenerhitzung oder Einwirkung verschiedener Elemente in der Hitze geschehen. Technisch am bedeutungsvollsten ist die Aufkohlung von Stahl (**Einsetzungshärtung**) in Kohlenstoff abgebenden Pulvern, Schmelzen oder Gasen und die **Nitrierung** von Stahl in Stickstoff abgebenden Gasen oder Salzschmelzen.

H. BORCHERS: Metallkunde, Bd. II (1959).

2) von KUNSTSTOFFEN, der durch chem. Reaktionen bewirkte Übergang in unschmelzbaren und unlösbaren Zustand, tritt meist durch Erwärmen der Harze ein, doch kann es u. U. auch schon bei Raumtemperatur herbeigeführt werden; z. B. unterliegen bestimmte Phenolharze, die Resole, der **Wärme-** oder **Heißhärtung**, indem sie beim Erwärmen mehr oder weniger schnell weiterkondensieren; sie lassen sich aber bei Zusatz geringer Mengen von starken Säuren auch schon bei Normaltemperatur h. (**Säurehärtung**, **Kalthärtung**). In anderen Fällen ergibt sich die Härtung erst durch die gegenseitige Reaktion zweier verschiedener Stoffe; z. B. werden die für sich allein nicht härtbaren Novolake im Gemisch mit Hexamethylentetramin hitzehärtbar. Die **härtbaren Harze** stellen eine Hauptgruppe innerhalb der Kunststoffe dar und spielen in der Technik eine außerordentlich wichtige Rolle.

3) von FETTEN, → Fette.

Härteofen, ein Industrieofen, der beim → Härten von Stahl zur genauen Einhaltung bestimmter günstiger Härte Temperaturen erforderlich ist. Für gewöhnlich Härtevorgänge verwendet man **Salzbadöfen**, bei denen das zu härtende Werkstück in ein erhitztes Salzbad getaucht wird. Einfachere Härtevorgänge kann man auch in gewöhnl. Glühöfen durchführen.

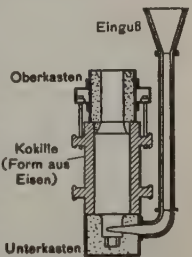
Hartfasern, grobe Fasern aus den steifen und harten Bastbelägen der Blätter verschiedener Tropenpflanzen wie *Sisal*, *Abacá* (*Manila*) und *Phormium* (*Neuseelandflachs*).

Hartgewebe, mit härtbaren Phenol- oder Kresol-Formaldehyd-Harzen getränkte und durch Erwärmen unter Druck in Form von Platten, Rohren oder Vollstäben gehärtete Gewebefasern; insbes. zur Herstellung von geräuscharmen Zahnrädern und Lagerschalen geeignet.

Hartgummi, → Ebonit.

Hartguß, Gußeisen mit besonders harter Oberfläche; man läßt das flüssige Metall nicht in Sandformen, sondern in eiserne Formen, Schalen oder Kokillen fließen, wo es sich an der Oberfläche schnell abkühlt. H. wird angewandt für Panzerplatten, Walzen für Kaltwalzwerke, Brechbacken für Steinbrecher u. a.

Hartmetalle, **Schneidmetalle**, durch bes. große Härte, insbesondere Warmhärte, und durch Verschleißfestigkeit gekennzeichnete Werkstoffe. **H.-Legierungen**, wie „Stellite“, „Celsite“ usw., bestehen aus 35–55% Kobalt, 25–33% Chrom, 10–25% Wolfram, 2–4% Kohlenstoff, 0–10% Eisen, geringen Mengen Mangan, Silizium und vereinzelt Zusätzen von Nickel, Molybdän, Vanadin, Titan und Tantal. Sie werden besonders für Ziehringe, Preßringe, Preßmatrizen und Panzerungen, z. B. von Ventilsitzen verwandt. **Gegossene Karbid-H.**, auch **Gußkarbide** genannt, bestehen hauptsächlich aus Wolframkarbid, Molybdänkarbid und Zugaben anderer Elemente. Die gegossenen Karbide sind härter als die Stellite, aber spröder. Sie finden Verwendung als Sandstrahldüsen, Ziehsteine und Lagersteine für Instrumente. **Gesinterte Karbid-H.**, **Sinterkarbide**, **Sintermetalle**, z. B. „Widia“, bestehen vorzugsweise aus Wolframkarbid und Kobalt. Für besondere Verwendungszwecke enthalten sie auch Titan-, Tantal-, Molybdän- oder andere Karbide und neben Kobalt auch Nickel und Eisen. Sie werden durch Mischen, Pressen und Sintern von feinen Karbid- und Metallpulvern hergestellt. Durch ein



Hartguß: Gußform

Vorsintern im Bereich von nahezu 1000°C erhalten die gepreßten Körper eine mittlere Festigkeit und können in diesem Zustand noch gut bearbeitet werden. Nach dem Fertigsintern bei etwa 1500°C müssen sie schon ihre endgültige Form aufweisen, da sie nun nur sehr schwer bearbeitet werden können. Wegen ihrer sehr hohen Härte, guten chemischen Widerstandsfähigkeit und Hitzebeständigkeit haben sie vielseitige Verwendung gefunden bei **Hartmetallwerkzeugen** (Schneidwerkzeuge aller Art, Ziehringe, Ziehsteine, Sandstrahldüsen usw.). Bei der Herstellung der Werkzeuge genügt es, wenn nur die dem Verschleiß ausgesetzten Stellen in entsprechender Form belegt werden. Die Hartmetallteile lassen sich durch Hartlötten mit Loten aus Kupfer oder Kupferlegierungen gut mit Stählen verbinden.

WITTHOFF: Die Hartmetallwerkzeuge in der spanabhebenden Formung (*1962).

Hartpetroleum, formbare Masse von 100 Teilen Stearin und 90 Teilen Petroleum.

Hartschaumstoffe, unelastische Schaumstoffe aus Phenolharzen, Polystyrolen, Polyurethanen u. a. mit hohem Schall- und Wärmedämmvermögen, zur Flachdachisolierung, für Verbundelemente, zum Ausfüllen von Hohlräumen zwischen Bauteilen, zur Fußbodenisolierung, für Architekturmodelle, Blumentöpfe, Blumenkästen, Verpackungen u. a. Herstellung durch Zusatz von Treibmitteln, u. U. auch durch Schlagen in schnelllaufenden Rührwerken.

Hartspritus, durch Seifen- oder Zelluloseester-Zusatz gelartig erstarrter oder in Kieselgur aufgesaugter Brennspritus.

Hartzerkleinerung, die Zerkleinerung von Gesteinen, Erzen u. dgl. in Steinbrechern (Backenbrecher, Kreiselbrecher), Kugelmøhlen, Røhrmøhlen, bes. wichtig in der Zement-, Kalk-, Gipsindustrie.

Harze, ursprünglich Ausscheidungsstoffe aus Bäumen (Natur-H.). Durch das Hinzukommen der **Kunstharze** (→Kunststoffe) hat sich der Begriff „Harz“ auch zu einem Zustandsbegriff weiterentwickelt. Man versteht deshalb unter H. im erweiterten Sinn glasig-amorphe, oft klebrige Stoffe und Stoffgemische, die beim Erwärmen allmählich erweichen und meist in organ. Lösungsmitteln löslich sind.

Die Naturharze bilden sich mit Ausnahme des →Schellacks als Sekrete an Wundstellen von Bäumen, die zu diesem Zweck vielfach durch Einschnitte künstlich hervorgerufen werden. Sie treten zunächst mehr oder weniger flüssig als „Balsame“ aus und werden durch Verdunsten der flüchtigen ätherischen Öle fest (**rezente H.**). Lange Zeit, vielfach Jahrtausende bis zu Jahrmillionen in der Erde begrabene und daraus wieder gesammelte H. wie verschiedene →Kopale sowie der →Bernstein haben ihre Löslichkeit verloren (**rezent-fossile und fossile H.**).

Chemisch sind die Natur-H. verwinkelte Gemische, meist mit Säurecharakter (**Harzsäuren**), die z. T. noch wenig bekannt sind. Außer den Harzsäuren (**Resinosäuren**) findet man **Harzalkohole** und **Phenole** (**Resinole**), Phenole mit Gerbstoffeigenschaft (**Resinotannole**) und stark ungesättigte Stoffe (**Resene**).

Technisch das bedeutendste H. ist →Kolophonum, das gemeinsam mit Terpentinöl aus Kiefern-balsam gewonnen wird. Andere wichtige H. sind z. B. **Schellack**, **Dammar**, die **Kopale** und die **Akaroid-H.** Ein großer Teil der H. wird zur Herstellung von Lacken verwendet.

A. TSCHIRCH u. E. STOCK: Die H., 3 Bde. (*1933/36).

Haspe, **Haspen**, eine Art Haken, bes. zur Befestigung von Türen.

Haspel, 1) die →Haspe.

2) Fördervorrichtung: auf einer Trommel wird ein Seil aufgewickelt, an dem die Fördergefäße hängen.

3) Trog (**Kufe**) mit Rührschaufeln zum Färben und Gerben.



Haspe

4) eine Vorrichtung, um Garn von Spulen auf einen Rahmen strähnenförmig aufzuwickeln.

Haufensterne, Fixsterne in Sternhaufen, im Unterschied zu **Feldsternen**, die dem allgemeinen Sternfeld angehören.

Haufungspunkt einer Punktmenge heißt ein Punkt **P**, wenn in jeder Umgebung von **P** mindest. ein von **P** verschiedener Punkt der Menge liegt.

Hauwerk, →Hauwerk.

Hauptebene, **OPTIK**: Hilfsebene in einem abbildenden System (→Abbildung). Ihr Schnittpunkt mit der optischen Achse heißt **Hauptpunkt**.

Hauptquantenzahl, →Quantenzahlen.

Haupttreihensterne, Sterne des Hauptastes im →Hertzsprung-Russell-Diagramm.

Hauptsatz, **erster, zweiter, dritter H.**, →Thermodynamik.

Hauptstrommotor, ein →Elektromotor, bei dem die Feldwicklung und die Ankerwicklung hintereinandergeschaltet sind.

Haus, →Fertighaus, →Hochbau, →Wohnungsbau.

Hausanschluß, die Stelle bei Rohr- und Drahtleitungen, bei der sich die von der öffentl. Körperschaft (Gemeinde, Post, Überlandzentrale usw.) verlegten Leitungen des Versorgungsnetzes mit der vom Nutznießer (Hausherr, Pächter) auf eigene Kosten zu verlegenden Verbrauchsleitung berühren. Dicht hinter dem H. wird die Leitung gesichert, die Entnahme gezählt (Zähler für Wasser, Gas, Strom), die Zufuhr geregelt. Die **Hausanschlußsicherung**, eine elektr. Sicherung, verbindet das Leitungsnetz mit der Hausinstallation und schützt diese gegen eine Gefährdung durch übermäßige Stromentnahme.

Hausmannit, schwarzes tetragonales Mineral Mn_2O_3 , kommt in kontaktmetamorphem Kalksteinen und Dolomiten vor.

Hauswasserpumpe, Kreisel-, Wasserring- oder Kolbenpumpe mit Elektromotorantrieb, auch handbetätigte Schwengelpumpe zur Wasserversorgung eines einzelnen Hauses. Bei Brunnen über 9–10 m Tiefe werden Pumpen mit **Tiefsaugvorrichtung** (in der Saugleitung angeordnete Wasserstrahlpumpe, die ihr Treibwasser aus der Druckleitung erhält) ausgerüstet oder **Tauchpumpen** verwendet.

Häute, Ausgangsmaterial für die Lederherstellung. Die Gerber verstehen unter H. nur die Körperdecken von großen Tieren (Rindern, Pferden, Mauleseln, Schweinen u. a.), außerdem die gerbfähigen H. von Reptilien, Amphibien und Fischen. Die H. von kleineren Schlächtlintern (Kälber, Schafe, Ziegen, Zickle) werden als **Felle** bezeichnet.

Hautwirkung, **Hauteffekt**, **Skin-Effekt**, die Erscheinung, daß in elektr. Leitern Wechselströme hoher Frequenz im wesentlichen nur in den oberflächenschichten fließen. Wird ein elektr. Leiter von Wechselstrom durchflossen, so entstehen durch das Magnetfeld der im Innern des Leiters fließenden Stromfäden Wirbelströme, die an der Leiteroberfläche die gleiche Richtung haben wie der jeweilige Strom, im Innern aber diesem entgegengesetzt sind. Die Dicke der stromführenden Schichten nimmt mit steigender Frequenz ab (Stromverdrängung). Bei starker H. genügen zur Stromleitung Rohre. Bei Hochfrequenz setzt man den Leiter zur Vergrößerung der Oberfläche aus vielen dünnen, miteinander verdrehten Drähten (Litze) zusammen. Bei Höchstfrequenzen genügt es, die Oberflächen der Schwingungskreise aus Spulen und Kapazitäten ersetzenden **Hohlraumresonatoren** und der als **Hohlleiter** gebauten Energieleitungen zu versilbern (→Höchstfrequenztechnik).

Hauwerk, **Hauwerk**, **BERGBAU**: das durch bergmänn. Arbeit losgetrennte Gestein oder Fördergut. **He**, chem. Zeichen für →Helium.

Heavyside-Schicht, →Ionosphäre.

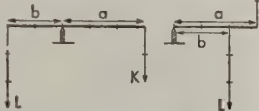
Hebdröhwähler, →Fernsprecher.

Hebebaum, Eisen- oder Holzstange zum Anheben von Lasten durch Hebelwirkung.

Hebebock, Winde zum Heben eines Wagens od. dgl.

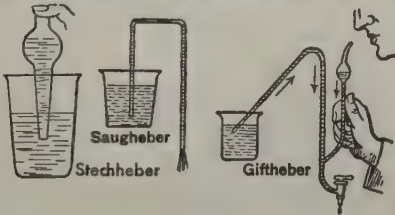
Hebebhühne, Plattform oder andere Einrichtung zum Anheben von Lasten, z. B. Kraftfahrzeugen.

Hebel, ein um eine Achse drehbarer Körper, meist eine gerade oder gewinkelte (*Winkel-H.*) Stange. Am H. herrscht Gleichgewicht, wenn das Drehmoment aller an ihm angreifenden Kräfte gleich Null ist (*H.-Gesetz*). Beim einfachen geraden H., an dem die Kräfte *K* und *L* senkrecht angreifen, muß $Ka = Lb$ sein (K = Kraftarm = Last $\times$ Lastarm). In der Form $K:L = b:a$ war das H.-Gesetz schon ARCHIMEDES bekannt. Der H. gehört zu den *einfachen Maschinen*, mit ihm lassen sich mit kleinem Kraftaufwand und großem H.-Arm große Kräfte an einem kleinen Arm erzeugen (*Hebebaum*).



Hebel: links zweiarmliger, rechts einarmiger Hebel.

Heber, Vorrichtung zum Herausheben von Flüssigkeiten aus offenen Gefäßen. Der *Stech-H.* wird durch Saugen mit dem Mund oder mit einem Gummiballon mit Flüssigkeit gefüllt, oben geschlossen und aus der Flüssigkeit gehoben; der äußere Luftdruck hält dem Druck der Flüssigkeitssäule im H., vermehrt um den Gasdruck (Unterdruck) im ungefüllten Teil des H., das Gleichgewicht. Der *Saug-H.* wird mit Flüssigkeit gefüllt und



Heber

mit dem kurzen Ende in das Gefäß getaucht; dann fließt so lange Flüssigkeit heraus, wie die Ausflußöffnung tiefer liegt als der Flüssigkeitsspiegel im Gefäß. Dabei darf der höchste Teil des H. nur so hoch über dem Flüssigkeitsspiegel im Gefäß liegen, daß der Druckunterschied im kurzen Schenkel nicht größer als der äußere Luftdruck vermindert um den Dampfdruck der Flüssigkeit wird, sonst reißt der Flüssigkeitsfaden ab (bei Wasser und normalem Luftdruck etwa 10 m). Der *Gift-H.* ist eine Sonderform des Saug-H. mit Hahn und besonderem Saugrohr.

Hebewerk, → Schiffshebewerk.

Hebezeuge, Sammelbegriff für Aufzüge, Flachsengzüge, Krane, Winden.

Hebungen und Senkungen, Niveauperänderungen von Erdkrustenteilen gegenüber dem Meeresspiegel, können im Zusammenhang stehen mit vulkan. Vorgängen, Schollenverschiebungen an Verwerfungen, Faltegebirgsbildungen und *epirogenetischen Bewegungen*, die ohne Bruch erfolgen und lang andauern. → Isostasie.

Hechel, SPINNEREI: kammartiges Werkzeug zum Aufteilen und Ordnen der Bastfaserbündel. Auf der *H.-Maschine* werden außerdem die Verunreinigungen (Schäben) und Kurzfasern (Hede, Werg) ausgeschieden.

Heck, Hinterende des Schiffes. Seine Form ist wichtig für den Wasserwiderstand und die Drehfähigkeit des Schiffes sowie für die Anordnung von Ruder und Schrauben.

Heckmotor, hinter dem Fahrgastraum angeordneter Motor eines Kraftfahrzeugs, z. B. beim Volkswagen. Vorteil: kurze Kraftübertragungswege.

Hede, Werg, kurze, verworrene Fasern, die sich beim Hecheln des Flachses, Hanfs usw. in den

Hechelnadeln ansammeln und teils zu Gespinsten geringerer Güte wie *Hedegarn* (*Werggarn*, *Towgarn*) versponnen, teils zu anderen Zwecken verwendet werden. *Hedeleinen*, *Wergleinen*, ein grobfädiges, unreines Leinengewebe, wird aus Flachswerg hergestellt.

Hefe, 1) feste Stoffe, die sich nach der Hauptgärung des Bieres und Weines absetzen oder an die Oberfläche steigen. 2) Die einzelligen *Hefepilze*, die Erreger der alkoholischen Gärung. Sie zerlegen mit Enzymen (Zymase) Traubenzucker (Glukose) in Alkohol und Kohlendioxid (Kohlensäure). Die H. werden heute in zahlreichen Rassen künstlich gezüchtet (*Bier-H.*, *Branntwein-H.*, *Wein-H.*, von Weinhefen wieder *Sherry-H.*, *Tokayer-H.* u. v. a.). 3) *Bäcker-H.* wird in den Preßhefe-Fabriken meist aus Melasse unter starker Belüftung eigens gezüchtet. Wegen des hohen Vitamin- und Eiweißgehaltes wird entbitterte Bierhefe als *Nähr- oder Futterhefe* verwendet. Besonders hoch ist ihr Gehalt an den Wirkstoffen des Vitamin-B-Komplexes. Die Abblagen der Zellstoffabriken sowie Lösungen von Holzzeugen werden entweder auf Alkohol vergoren oder mit besonderen H.-Rassen verheft, die ebenfalls Nähr- und Futterhefe liefern. Sie dienen, wie auch die entbitterte Bierhefe, als Rohstoff zur Herstellung von *Hefeextrakt*.

Hefner-Kerze, → Lichteinheit.

heften, das Verbinden von gefalzten Blättern oder Bogen durch Fäden oder Draht auf *Heftmaschinen*. Die *Heftlade* dient zum Heften der einzelnen Druckbogen von Hand.

Heilscher Generator, Elektronenröhre zur Erzeugung und Verstärkung von elektromagnet. Schwingungen sehr hoher Frequenz; er arbeitet in Verbindung mit hochwertigen, auf die Sollfrequenz abgestimmten Schwingungskreisen, z. B. mit → Hohlraumresonatoren. Die bei sehr hohen Frequenzen sonst sehr störende Massenträgheit der Elektronen, die Laufzeiterscheinungen verursacht, ist beim H.G. sinnvoll ausgenutzt, so daß der Wirkungsgrad der Umwandlung der zugeführten Gleichstromenergie in Hochfrequenzenergie sehr gut ist (→ Klystron).

Heisenberg, Werner, Physiker, * 1901, Prof. in Leipzig, Berlin, Göttingen, München, schuf und vervollständigte gemeinsam mit BORN und JORDAN die *Quantenmechanik* und stellte 1927 die nach ihm benannten *Heisenbergschen Unbestimmtheitsrelationen* (→ Unschärferelationen) auf. 1932 Nobelpreis. – Werke: »Die physikalischen Prinzipien der Quantentheorie« (Neudr. 1958), »Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft« (*1959), »Die Physik der Atomkerne« (*1949), »Physik und Philosophie« (1959).

Werner H. u. d. Physik unserer Zeit, hg. v. F. BOPP (1961).

Heißkühlung, eine Kühlung von Verbrennungskraftmaschinen, bei der die Temperatur des Kühlmittels höher ist als die üblichen 60–80°C Wassertemperatur. In einem abgeschlossenen Kühlsystem steht das Kühlwasser unter Überdruck (1 bis 2 atü), wobei Wassertemperaturen von 120 bis 130°C erreicht werden. Bei der Verdampfungskühlung wird die zur Verdampfung des Wassers nötige Verdampfungswärme der Kraftmaschine entzogen. Der Dampf kann entweichen oder in einem Kondensator wieder verflüssigt werden (*Dampfkühlung*).

Heißleiter, Halbleiterwiderstand mit negativem Temperaturkoeffizienten, dessen Widerstand bei Erwärmung durch Stromdurchgang abnimmt. Der Nennbetriebswert stellt sich bei Temperaturen zwischen 200 und 300°C ein. H. unterdrücken Einschaltüberströme.

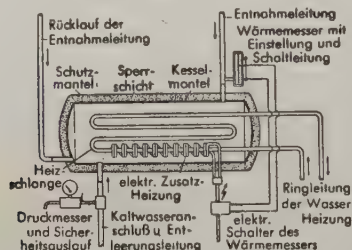
Heißluftdusche, *Heißlufttrockner*, elektr. betriebener Ventilator, dessen Luftstrom durch einen gesondert schaltbaren Heizkörper erwärmt werden kann. Bei nicht eingeschaltetem Heizkörper bleibt der Luftstrom kalt. Die H. wird verwendet im Haushalt (z. B. als Haartrockner), in der Medizin und Technik. Anschlußwerte der sehr verschiedenen Bauarten 450–1800 W.

Heißluftturbine - Heizung

Heißluftturbine, eine Wärmekraftmaschine, bei der Heißluft in einer Turbine arbeitet, wie in einer → Dampfturbine der Dampf und in einer → Gasturbine das Gas. Die Gasturbine mit geschlossenem Luftkreislauf ist eine H. Bei genügend heißen Abgasen können H. mit Gegenstrom-Wärmeaustauschern betrieben werden. Die Abgaswärme wird dann ohne Dampfkessel und ohne Wärmeübertragung an das Arbeitsmittel Dampf mit dem Gegenstrom-Wärmeaustauscher an die unter Druck stehende Treibluft übertragen.

Heißwasserbereiter, → Durchlauferhitzer.

Heißwasserspeicher, **Boiler**, durch Mantel aus Kieselgur, Steinwolle, Glaswolle, Sand, Kork u. dgl. wärmeisolierte Behälter, in dem sich eine mit Heißwasser oder Dampf beschickte Rohrschlinge oder



Hochdruck-Heißwasserspeicher

ein elektr. Heizelement befindet. Gasbeheizte H. werden ähnlich wie Badeöfen von außen beheizt. – Mit einem elektr. Temperaturregler kann die gewünschte Temperatur eingestellt werden. In den H. tritt das kalte Wasser am Boden ein, wird erwärmt und steigt infolge seines verringerten spezif. Gewichtes nach oben, wo es entnommen werden kann. Um die Abkühlung des Wassers im Rohr zu vermeiden, führt man die Leitung ringförmig in den H. zurück, so daß das warme Wasser ständig in der Entnahmeleitung kreist. – Damit das durch die Erwärmung ausgedehnte Wasser nicht die Leitung sprengt, wird beim **Niederdruckspeicher** ein Überlaufrohr angeordnet. Von unten wird jeweils kaltes Wasser zugeführt. Der Druck liegt nicht weit über 1 at. – **Hochdruckspeicher** entnehmen das Nutzwasser unmittelbar aus der Wasserleitung, so daß in ihnen deren Druck von 6 at herrscht. Gegen noch höheren Druck ist eine Sicherheitssperre eingebaut. Die Beheizung kann durch Schaltuhren auf bestimmte Zeiten beschränkt werden. Im allgemeinen fassen Niederdruck-H. 25 bis 100 l bei etwa 85°C und einem Stromverbrauch von 0,22 bis 1,2 kW; Hochdruck-H. werden bis 2000 l Fassungsvermögen und mehr bei 22 kW Leistungsaufnahme gebaut. – Beim **Entleerungsspeicher** wird der Heißwasservorrat, sichtbar am Wasserstandsglas, nach und nach entnommen; aufgefüllt wird durch einen besonderen Füllhahn.

Heizbatterie, eine Batterie aus Trockenelementen oder Akkumulatoren zur Heizung von Elektronenröhren, für Batterie-, bes. Koffereempfänger.

Heizfaden, → Elektronenröhre.

Heizgase, 1) Feuergase, die bei der Verbrennung eines Brennstoffes entstehenden heißen Gase; 2) technische Heizgase, brennbare → Gase zum Heizen von Dampfkesseln, Glühöfen usw.

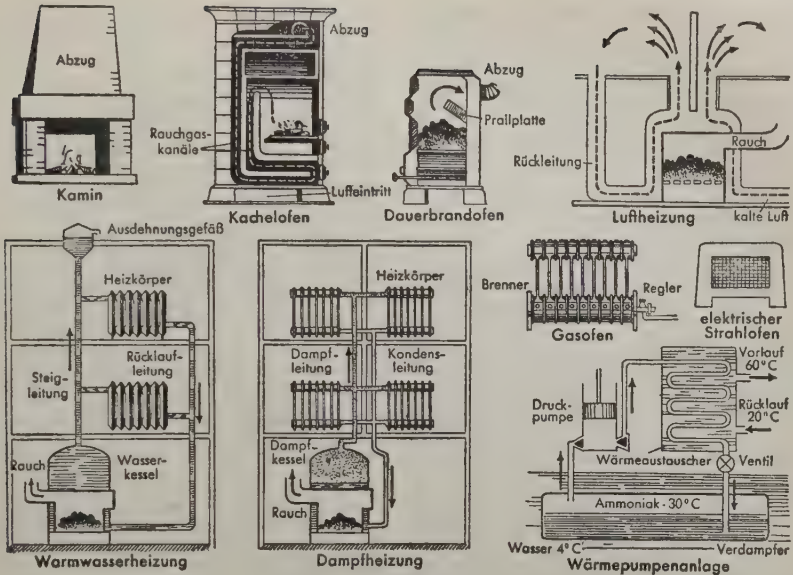
Heizkissen, ein auf mehrere Temperaturen einstellbares, elektrisch erwärmtes Kissen, das als Bett-, Leib- oder Fußwärmer sowie für Heizzwecke Verwendung findet. Der Heizkörper besteht aus einem → Heizleiter von mindestens 0,08 mm Durchmesser, der um eine Asbestschnur gewickelt und in ein Asbestgewebe eingebettet ist. Das Ganze ist von einem dichten Flanellüberzug und einer abwaschbaren Hülle umgeben. Ein Temperaturregler und eine Abschmelzsicherung schützen gegen zu hohe Erwärmung und Brandgefahr. Leistungsaufnahme bis etwa 60 W.

Heizleiter, elektr. Leiter mit hohem elektr. Widerstand und ausreichender Beständigkeit zur Wärmeerzeugung. Benutzt werden Körper aus Graphit, Elektrodenkohle, Siliziumkarbid (Silicit) und Metalle wie Molybdän, Platin oder **H.-Legierungen**, meist Chrom-Nickel-Legierungen, deren Widerstand von der Temperatur nur wenig abhängt, mit Zusätzen von Eisen, Mangan, Molybdän, Aluminium u. a.

Heizöl, hochsiedende, kohlenstoffreiche, asphalt-haltige Rückstandöle des Erdöls, die z. B. durch Krackung an Benzin weiterverarbeitet werden können. Der Heizwert der H. (Schweröl) liegt meist über 10000 kcal/kg. H. hat feste Brennstoffe stark verdrängt, bes. bei der Beheizung von Schiffskesseln und Industrieöfen.

Heizung, Raumheizung, umfaßt Einzel-H. und Sammel-H. Zur **Einzel-H.** gehören alle Arten von Öfen. Der **Kamin** mit offener Feuerung wirkt hauptsächlich durch Strahlung, ist teuer im Betrieb und nur in milden Klimaten zur H. geeignet. **Dauerbrandöfen** sind eiserne Öfen mit rundem Schacht; die Kohlenfüllung brennt langsam von unten nach oben ab. Zur Regelung dient eine Luftklappe. Beim **irischen Ofen**, **Allesbrenner**, in einfacher Form als **Kanonenofer**, ist der Schacht mit Schamotte ausgemauert. Er kann mit fast jedem festen Brennstoff geheizt werden. Beim **Kachelofen** speichern die Kacheln die Wärme auf und geben sie durch Strahlung und Konvektion langsam ab; zur besseren Verteilung der Wärme durchziehen die Verbrennungsgase den Ofen in einem gewundenen Kanal (den Zügen). Er wird am besten mit Braunkohlenbriketts geheizt. Eiserner Einsätze machen ihn zum **Ahesbrenner**, eiserner Rahmeneinbau zum transportablen Ofen. Grenzen mehrere Räume aneinander, dann können diese von einem **Mehrzimmerofen** mit einer Feuerungsstelle geheizt werden. Die für Kirchen, Lichtspielhäuser, Fabrikhallen, kleinere Einfamilienwohnhäuser usw. gebräuchliche **Luft-H.** besteht aus einem eisernen Ofen (**Feuerluft-H.**) in einer Heizkammer (Bedienung von außen) zu der unten Umluft- und evtl. Frischluftkanäle einmünden und oben Warmluftkanäle zu den Räumen führen. Die herangeführte Luft wird am Ofen erwärmt und steigt nach oben. Lange Verteilungskanäle machen den Einbau eines Ventilators erforderlich. Schnelle Aufheizung, aber auch schnelle Abkühlung der Räume bei Luft-H. **Dampfluft-H.**, **Gasluft-H.** werden mit Dampf- oder Gasheizkörper betrieben. Bei einem Kachelofenumbau als Heizkammer spricht man von einer **Kachelofenluft-H.** Luftheizungen in Verbindung mit Luftbefeuchtungsanlagen sind → **Klimaanlagen**. – Beim **Gasofen** wird Leuchtgas in einem Brenner unter einem offenen Heizkörper verbrannt. Die heißen Gase geben die Wärme an den Heizkörper ab und ziehen durch ein Abzugsrohr ins Freie. – Bei **elektrischen Öfen** wird durch den Strom in einem isoliert aufgewickelten Widerstandsdraht oder einem Stab Wärme erzeugt. **Infrarot-H.** → Strahlungsheizung.

Die gebräuchlichste **Sammelheizung** ist die **Warmwasser-H.** (Niederdruckanlage), bei der in einem guß- oder schmiedeeisernen (Glieder-) Kessel (meist im Keller) durch Koks-, Gas- oder Ölfuierung Wasser erhitzt wird, das in eisernen Steigrohren in die Heizkörper (Radiatoren, Hohlkörper, aneinander gesetzt, Plattenheizkörper, glatte, rechteckige Hohlkörper, Rippenrohre, Rohre mit aufgesetzten Rippen, Konvektoren, verkleidete Rippenrohre unten Zuluft, oben Warmluft) steigt, diese beim Durchfließen erwärmt und abgekühlt über die Rücklaufleitungen zum Kessel zurückkommt. Ein Ausdehnungsgefäß stellt die Verbindung mit der Außenluft (offene Anlage) zur Vermeidung von Überdruck her. Zur Förderung eines schnelleren Umlaufes wird bei weiterverzweigten Anlagen eine Umwälzpumpe (**Pumpen-H.**) eingebaut. Rohr-schlangen, im Fußboden eingebaut mit höchstens 26°C, und Rohrregister mit Lamellen, unter Decke eingebaut und verkleidet, mit etwa 50°C Oberflächentemperatur geben als **Strahlungs-H.** gleich-



Heizung

mäßige Raumtemperaturen. Eine besondere Art der Warmwasserheizung ist die *Stockwerks- oder Etagen-H.*, bei der Kessel und Heizkörper im gleichen Stockwerk, Kessel manchmal auch im Küchenherd eingebaut, untergebracht sind. Die *Mitteldruck-Warmwasser-H.-Anlage* hat geschlossenes System und über 120°C Wasser- und über 100°C Heizkörpertemperatur. Ausdehnungsgefäß hat belastetes Ventil. *Heißwasser-H.*, *Perkins-H.* mit 150 bis 180°C Wassertemp. hat geschlossenes System, wenig gebräuchlich, da gefährlich. Bei der *Dampf-H.* wird in einem Kessel Dampf von 0,1–0,2 atü (Niederdruck) oder mit größerem Druck (Hochdruck, 1–2 atü) erzeugt, der in eisernen Röhren zu den Heizkörpern geführt wird. Hier kondensiert er unter Abgabe seiner Verdampfungswärme und fällt als Wasser in der Kondensleitung zum Kessel zurück. Der Vorzug der Warmwasser-H. gegenüber der Dampf-H. ist die bessere Regelbarkeit und Wärmespeicherung. Eine Kombination von Dampf- und Warmwasser-H. läßt im Kessel Dampf, der in einem Wärmeaustauscher Wasser erwärmt, erzeugen, das alsdann im Heizsystem zirkuliert. Diese Anordnung findet bei *Fernheizwerken* Anwendung. Für die Beheizung von Hallen, Schwimmbädern u.ä. hat man in neuester Zeit Anlagen mit → Wärmepumpen gebaut, die den Wärmeinhalt eines natürl. Gewässers oder der Außenluft ausnutzen.

KÄMPER, HOTTINGER u. v. GONZENBACH: Die Heiz-u. Lüftungsanlag. in d. verschied. Gebäudearten (1954); RECKNAGEL u. SPRENGER: Taschenb. f. H., Lüftung und Klimatechnik, Jg. 52 (1962).

2) FUNKTECHNIK: das Erhitzen der Kathode von Verstärker-, Gleichrichter- und Kathodenstrahl-(Fernseh-) Röhren auf Rot- oder Weißglut durch elektr. Strom, der durch den meist aus Wolframdraht bestehenden *Heizfaden* fließt. Der *Heizstrom* beträgt bei Rundfunkröhren 50 mA bis 1 A.

Heizwert, die bei vollkommener Verbrennung von 1 kg festem oder flüssigem oder von 1 Nm³ gasförmigem Brennstoff bei unverändertem Druck frei werdende Wärmemenge; Bezugstemperatur ist gewöhnlich 0°C. Bei wasserhaltigen Brennstoffen unterscheidet man zwischen *oberem* und *unterem H.*, wobei der erste auf flüssiges, der letzte auf dampfförmiges Wasser bezogen ist. Beide Angaben unter-

scheiden sich um den Wert der Verdampfungswärme (595 kcal für 1 kg Wasser).

Hektar, abgek. ha, Flächenmaß. 1 H. = 100 Ar (1 ha = 100 a).

Hekto-, vor Maßeinheiten: 100.

Hektograph, ein Vervielfältigungsgerät, bei dem mit Kopiertinte oder -farbband geschriebene Vorlagen auf eine feuchte Masse, meist Glycerin, Gelatine und Kaolin, und von dieser auf saugfähiges Papier übertragen werden.

Helindonfarbstoffe, echte Küpenfarbstoffe zum Färben von Wolle.

Heliogravüre, Photogravüre, ein Druckverfahren, bei dem als Druckplatte eine mit angeschmolzenem Asphaltstaubkorn versehene blankte Kupferplatte dient, auf die eine auf chromiertem Gelatinepapier hergestellte Kopie aufgequetscht und durch diese hindurch geätzt wird. Die Drucke werden auf der Handpresse hergestellt.

Heliumeter, ein Fernrohr zum Messen kleiner Winkel am Himmel, dessen Objektiv in zwei gleiche Teile zerschnitten ist. Jede Objektivhälfte gibt ein Bild des Gegenstands; durch Verschieben der einen Linsenhälfte entlang der Schnittlinie kann das erste Bild eines Sternes mit dem zweiten eines andern Sternes zur Deckung gebracht werden. Der Betrag der Verschiebung ist ein Maß für die Winkeldistanz beider Sterne.

Helioskop, eine Prismen- oder Spiegelvorrichtung zur Abschwächung des Sonnenlichts bei Beobachtung der Sonne durch ein Fernrohr.

Heliostat, ein Gerät, um Sonnenlicht stets in die gleiche Richtung zu werfen, besteht aus einem durch ein Uhrwerk der Sonne nachgeführten Spiegel; für opt. Untersuchungen.

Heliotrop, 1) MINERALOGIE: ein blaugrün und rot gefleckter Chalcodon.

2) VERMESSUNGSTECHNIK: Sonnenspiegel zur Sichtbarmachung eines auf weite Entfernung anzuzielenden Punktes.

Heliotropin, Piperonal, eine aromatische Verbindung, der Methylenäther des 3,4-Dioxybenzaldehyds. H. ist dem Vanillin nahe verwandt, riecht diesem ähnlich, aber süßlicher. Es ist in der Heliotropblüte enthalten und wird für Heliotropparfüm synthetisch erzeugt.

heliocentrisch, auf die Sonne als Mittelpunkt bezogen; Gegensatz: *geozentrisch*. *H. System*, → Kopernikanisches System.

Helium, *He*, chem. Element aus der Gruppe der Edelgase; Ordnungszahl 2, Massenzahlen 4,3, Atomgewicht 4,0026; Siedepunkt –268,94°C, Dichte $0,18 \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^3$. Vorkommen: in Luft (sehr gering), in Erdgasen (bis zu 10 Gew.-Proz.) und in radioaktiven Mineralien. *H.* wird hauptsächlich aus Erdgasquellen in den USA gewonnen. Es wird zur Füllung von Luftballons und -schiffen, in Gasthermometern, zur Erzeugung sehr tiefer Temperaturen verwendet. Der *H.*-Kern mit der Massenzahl 4 heft in der Kernphysik Alphateilchen (→ Alphastrahlen).

H. ist von allen Gasen am schwersten zu verflüssigen. Flüssiges *H.* tritt in zwei Formen auf: als *He I* und *He II*. Unterhalb des Siedepunktes hat man zunächst *He I*, das sich bei Abkühlung unter eine bestimmte Temperatur (2,19°K; λ -Punkt) in *He II* umwandelt. Die Dichte von *He I* ist größer. Druckerhöhung bewirkt Verschiebung des λ -Punktes nach niedrigeren Temperaturen. Daneben unterscheiden sich *He I* und *He II* noch in anderen physikal. Eigenschaften, z. B. der Dielektrizitätskonstante, vor allem aber dadurch, daß *He I* eine normale, *He II* dagegen eine Flüssigkeit mit ganz außergewöhnl. Eigenschaften ist, bei der spez. Wärme und Zähigkeit (wenigstens in den äußeren Schichten) fast Null sind. In *He II* breiten sich daher Inhomogenitäten der Wärmeverteilung wie Schallwellen aus (engl. *second sound*, Zweiter Schall). *He-II*-Schichten sind superflüssig. *H.* in festem Zustand erhält man nur unter Druck.

Hellbezugswert, früher *Albedo*, das Maß für die Helligkeit einer Körperfarbe, bestimmt durch das Verhältnis der Leuchtdichte der Körperfarbe zu der der vollkommen weißen und matten Fläche, die unter den gleichen Beleuchtungsbedingungen wie die Körperfarbe steht. Dabei wird der *H.* des absoluten Weiß gleich 1 gesetzt.

Hellempfindlichkeitsgrad, *spektraler H.*, Augenempfindlichkeit, relative Wirksamkeit der verschiedenen monochromatischen Strahlungen auf das Auge. An den Grenzen des sichtbaren Spektralgebietes, also etwa bei 380 und 750 μm , ist der *H.* Null. Der Höchstwert wird gleich 1,0 gesetzt; er liegt für das Tagessehen ungefähr bei 555 μm , für das Nachtsehen bei etwa 510 μm .

Helligkeit, eine der drei gebräuchl. Grundgrößen zur eindeutigen Bestimmung einer → Farbe; gemessen durch den → Hellbezugswert.

H. der Sterne, *scheinbare H.* → scheinbare Größe.

Helligkeitsgleichung, ein systematischer Fehler, der bei der Bestimmung von Sternhelligkeiten auftritt und darin besteht, daß die Helligkeitsdifferenz zweier Sterne systematisch entweder zu groß oder zu klein gemessen wird.

Helling, *Helgen*, geneigte Ebene, auf der ein Schiff gebaut wird, und von der es vom Stapel läuft.

Hellschreiber, → Telegraphie.

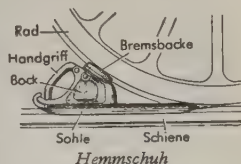
Helmholtz, Hermann von, einer der bedeutendsten Naturforscher des 19. Jahrh., * 1821, † 1894, war Prof. in Königsberg, Bonn, Heidelberg, Berlin, seit 1888 Präsident der Physikal.-Techn. Reichsanstalt. 1847 veröffentlichte er eine Arbeit, in der er das von ROBERT MAYER entdeckte Gesetz der Erhaltung der Energie an allen bekannten Naturvorgängen nachprüfte. Später arbeitete er über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenleitung, über Wirbelbewegungen, Luftschwingungen und Elektrodynamik, erfand den Augenspiegel (1850) und klärte die Vorgänge beim Sehen und Hören. Endlich widmete er sich auch erkenntnistheoret. Untersuchungen.

EBERT: Hermann v. Helmholtz (1949).

Hemimorphit, → Kieselzinkerz.

Hemizellulosen, der Zellulose chemisch verwandte Zellbestandteile (*Hexosane*, *Pentosane*, *Polyuride*), Gerüst- und Reservestoffsubstanzen der Pflanze, liefern bei der Hydrolyse außer Glukose noch andere Zucker wie Xylose (*Xylane*), Mannose (*Mamane*) und Galaktose (*Galaktane*).

Hemmschuh, eine Vorrichtung zum Auffangen und Abbremsen von Eisenbahnfahrzeugen. Der *H.* besteht aus stählerner Auflaufsohle mit Bock, Kappe und Handgriff und wird meist von Hand auf die eine Schiene aufgelegt. Das auflaufende Rad wird abgebremst, und das andere Rad auch auf der Achse festgesetzt, nimmt es an der Bremswirkung teil.



Hemmstoffe, Stoffe, die die Lebensvorgänge von Kleinlebewesen und Zellen hemmen. Zu ihnen gehören z. B. die *Sulfonamide* und die *Antibiotika*, darunter solche, die das Wachstum von Bakterien (*Bakteriostatika*), und solche, die das Wachstum von Körperzellen (etwa Krebszellen) hemmen (*Zytostatika*). Die natürl. vorkommenden *H.* sind als Antagonisten der → Wirkstoffe aufzufassen, mit denen zusammen sie in fein abgestimmter Dosierung den Ablauf der Lebensvorgänge steuern.

Hemmung, eine zwischen das Gehwerk und den Gangregler (Pendel, Unruh) einer Uhr eingeschaltete Vorrichtung zur Übertragung der Reglerwirkung auf das Gehwerk und des Antriebs auf den Regler. Bei Pendeluhr werden die *Graham-* und *Haken-H.*, bei Präzisionspendeluhr die *Riefler-* und *Strasser-H.*, bei Taschen- und Armbanduhr die *Zylinder-, Stiften-* und *Anker-H.* angewendet. Chronometer sind mit der *Chronometer-H.* ausgestattet (→ Uhr).

Hemmwerk, → Sperrgetriebe.

Henry, *H.*, Maßeinheit der Selbstinduktion (→ Induktion). Ein Leiter (Spule) besitzt die Selbstinduktion 1 *H.*, wenn bei Änderung der Stromstärke um 1 A je s eine Spannung von 1 V induziert wird.

Heparin, in der Leber vorkommende schwefelhaltige Verbindung, die im Blut die Bildung des Gerinnungsenzyms Thrombin verhindert.

Heptane, *Hexane*, die gesättigten → Kohlenwasserstoffe der Formeln C_7H_{16} und C_8H_{18} ; sie gehören zu den Hauptbestandteilen des Benzins.

Heptode, → Elektronenröhre.

Herd, 1) Feuerstelle zum Kochen und Heizen, urspr. offen im Raum, dann als besonderes Gerät (*Kochherd*). 2) beim metallurgischen Ofen der Teil, auf den das Einsatzgut aufgetragen wird. 3) bei der Erzaufbereitung eine schwach geneigte Platte, auf der das mit Wasser vermengte Gut langsam fließt, so daß die schweren Erzteile liegenbleiben, während die tauben Sandkörnerchen mit dem Wasser weggeschwemmt werden.

Herdofen, ein hüttenmänn. Ofen zur Wärmebehandlung von Metallen, ist je nach der Art des zu verarbeitenden Materials entweder als flache Mulde, z. B. zum Schmelzen, oder als Flachherd zum Erwärmen oder Glühen von Metallen ausgebildet.

Herkules, Sternbild des nördl. Himmels, in dessen Richtung sich die Sonne mit dem Planetensystem unter den Fixsternen bewegt (→ Apex).

Heroin, Diazetylmorphin, $C_{17}H_{17}ON(OOC-CH_3)_2$. Durch die Azetylierung wird die dem → Morphin eigene Wirkung gesteigert.

Heronball, Gefäß mit einer Röhre, in der durch den Druck eingeleasener zusammengepreßter Luft Wasser hochgetrieben wird; verwendet bei Spritzflaschen und Parfümerzstäuben.

Herreshoff-Ofen, in Hüttenwerken und chem. Fabriken verbreiteter Ofentyp zum Abrösten von Schwefelerzen oder zum Trocknen oder Kalzinieren; bis zu 11 kreisförmige Herde oder Teller sind übereinander angeordnet, auf denen das Ofen von oben nach unten durchlaufende Erz mit Krählen (kammartigen Schabern) abwechselnd von innen nach außen und umgekehrt transportiert wird, während die Feuergase, von unten nach oben ziehend, über die Herde streichen.

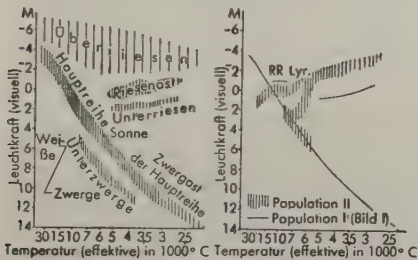
Hertz, Heinrich, Physiker (TAFEL Naturforscher u. Erfinder), * 1857, † 1894, Prof. in Kiel,

Karlsruhe, Bonn; er wies 1887/88 nach, daß es elektr. Wellen gibt, bestätigte damit die Richtigkeit der Maxwellschen elektromagnet. Lichttheorie und schuf die Grundlagen der Funktechnik. H. entdeckte ferner den Einfluß ultravioletter Strahlen auf die elektr. Entladung und begründete damit das Gebiet der lichtelektrischen Erscheinungen.

ZENNECK: H. H. (1929).

Hertz, Abk. *H_z*, Maßeinheit der → Frequenz. 1 Hz = 1 Schwingung/Sekunde.

Hertzsprung-Russell-Diagramm, Zustandsdiagramm der Fixsterne, stellt die Abhängigkeit der → Leuchtkraft von der Temperatur der Sterne dar, wobei an Stelle der Temperatur auch der Spektraltypus oder die Farbe treten kann. Das H.-R.-D. zeigt, daß nur ganz bestimmte Kombinationen von Leuchtkraft und Temperatur vorkommen und daß außerdem noch Differenzierungen auftreten, die mit



Hertzsprung-Russell-Diagramm der Population I (links) und der Population II (rechts). Im rechten Bild sind Hauptreihe und Riesengigant mit durchgehenden Linien angedeutet.

der räuml. Verteilung und der Geschwindigkeit der Sterne gekoppelt sind. Mit Rücksicht hierauf unterscheidet man nach BAADE zwei verschiedene Sternpopulationen. — Die Sterne der *Population I* zeigt das linke BILD: der obere Teil wird von den Überriesen eingenommen. Das Gros der Sterne ordnet sich entlang der *Hauptreihe* an, die bei den bes. zahlreichen schwächeren Sternen auch als *Zwergstern* bezeichnet wird. Auf ihm liegt auch die Sonne. Der Ast der Unterzwergstern läuft dem Zwergstern parallel, jedoch werden viele auf ihm liegende Sterne auch zur *Population II* gerechnet. Dem Zwergstern steht der *Riesengigant* gegenüber, der von einem parallelen Ast der Unterriesen begleitet wird. Links unten im H.-R.-D. liegen die → weißen Zwerge, die ehemaligen → Novae und die Zentralsterne der planetarischen → Nebel, fast alles Objekte hoher Temperatur und verhältnismäßig geringer Leuchtkraft. Die Sterne der *Population I* besitzen geringe Geschwindigkeiten (etwa 20 km/s), und die heißesten von ihnen finden sich vornehmlich in den Spiralarmen des Milchstraßensystems, wo sie oft mit interstellarer Materie verbunden sind.

Die Sterne der *Population II* haben ein H.-R.-D., wie es nach dem vorläufigen Stande der Ergebnisse in dem rechten BILD wiedergegeben ist. Ihre hellsten Vertreter sind Rote Riesen, während weiße Sterne hoher Leuchtkraft zu fehlen scheinen. Große Raumgeschwindigkeiten (über 60 km/s) und eine starke Zusammenballung im zentralen Kerngebiet des Milchstraßensystems sind Kennzeichen der Sterne der *Population II*. Nach außen hin klingt ihre räuml. Dichte anscheinend ziemlich gleichmäßig ab, ohne die für *Population I* so charakteristischen Schwankungen.

Herzstück, bei einer Weiche oder Kreuzung das meistens gehärteten Schienen zusammengeschnittene Kreuzungsstück der inneren Schienen. Für den Durchgang der Spurkränze werden die Fahrsschienen als Flügelschienen abgebogen und zur Sicherung der führunglosen Stelle an der gegenüberliegenden Schiene Radlenker angebracht.

herzynisch, eine tekton. Richtung, die der hauptsächlich NW-SO-Richtung des Harzes parallel ist.

Hessian, leinwandbind. Jutegewebe mit einfäd. Kette in versch. Qualitäten.

Heteroauxin, β -Indolyllessigsäure, ein von KÖGL aufgefundener pflanzlicher → Wuchsstoff.

heterogen, → homogen.

heteropolare Moleküle bestehen aus einem positiven und einem negativen Ion und halten durch elektrostatische Anziehung zusammen. Beispiel: NaCl aus Na^+ und Cl^- .

heterozyklische Verbindungen, → Kohlenstoffverbindungen.

HET-Säure, Hexachlarendomethylenetetrahydrophthalsäure, eine organ. Säure, die zur Herstellung schwer entflammbarer ungesättigter Polyester dient.

Heu, das getrocknete Gras des ersten Schnittes, enthält 12,5 % Rohprotein, 2,5 % Rohfett, 40 % stickstofffreie Extraktstoffe, 24,5 % Rohfaser, 1,2 % CaO , 2,2 % K_2O , 0,8 % P_2O_5 .

Nach der Trocknung wird das H. eingefahren und oft durch einen *Heuhäcksler* (→ Häckselmaschine) zerkleinert und durch ein Gebläse sofort vom Wagen auf den Heuboden geblasen oder gefördert mit einem *Heuauflauf*, bei dem unter dem First des Heubodens eine Laufkatze auf Schienen fährt, oder von *Heugreifern*, *Heuschlingern* oder *Heuharpunen*, die ein Bündel Heu fassen und nach der Aufwärtsbewegung die Laufkatze entriegeln, die dann bis zur Abwurfstelle gefahren wird und hier das Heu fallen läßt.

Der *Heuwender* zum Lockern und Wenden des Ernteguts hat als *Gabelheuwender* 4 bis 6 durch Kurbelwelle schwingend betätigte, federnde Gabeln; der *Trommelheuwender* hat an einem Trommelgestell umlaufende und tangential gesteuerte Rechen, der *Kreisheuwender* waagrecht umlaufende Räder mit federnden Wurfzinken.

Heuslersche Legierungen, magnet. Legierungen, die aus den nichtmagnet. Bestandteilen Kupfer und Mangan nebst Zusätzen von Aluminium, Arsen, Wismut, Bor, Antimon oder Zinn aufgebaut sind. Hauptzusammensetzung: 9 bis 10 % Aluminium, 9 bis 27 % Mangan, Rest Kupfer.

Hevesy-Paneth-Analyse, eine radiochemische Analyse, → Radiochemie.

Hexachlorzyklohexan, abgek. *HCCH* oder *666*, chem. Formel $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$, Insektizid von geringer Dauerwirkung als DDT, dafür aber als Räucher- mittel gegen Hausungeziefer und Gewächshaus-schädlinge geeignet.

Hexagon, Sechseck.

Hexamethylen-tetramin, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$, kristallisiertes Kondensationsprodukt des Formaldehyds mit Ammoniak, wird als *Urotropin* medizinisch zur inneren Desinfektion, bes. der Harnwege, und zur Behandlung von Gicht verwendet. Durch Nitrieren wird daraus der Sprengstoff *Hexogen* hergestellt.

Hexane, → Heptane.

Hexite, die Alkohole Dulcitol, Sorbit, Mannit; entstehen aus Hexosen durch Hydrierung von deren Aldehydgruppe.

Hexode, → Elektronenröhre.

Hexogen, Trimethylen-trinitramin, militär. Sprengstoff sehr hoher Brisanz bei relativ hoher Stofffestigkeit, hergestellt durch Nitrieren von Hexamethylen-tetramin mit konzentrierter Salpetersäure.

Hexosen, Zucker mit 6 Kohlenstoffatomen, Monosaccharide der Formel $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

Hf, chem. Zeichen für → Hafnium.

Hg, chem. Zeichen für → Quecksilber.

Hi-Fi, Abk. von *High-Fidelity*, amerikan. Bezeichnung für gute Wiedergabequalität (geringe Verzerrungen, großer, gleichmäßig wiedergegebener Frequenzbereich, geringe Störungen) von Rundfunkgeräten, Plattenspielern und Magnettongeräten (*Hi-Fi-Geräte*).

Hilbert, David, Mathematiker, * 1862, † 1943, Prof. in Göttingen, arbeitete über Invariantentheorie, Zahlentheorie, Integralgleichungen und bes. über Grundlagprobleme der Mathematik.

Himmel, *Himmelskugel*, *Himmelsgewölbe*, *Firmament*, das scheinbare Gewölbe, das sich über der

Himmelsgegenden – hobeln

Ebene des Horizontes erhebt und an dem die Gestirne angeheftet zu sein scheinen. Der Punkt senkrecht über dem Beobachter heißt *Scheitelpunkt* oder *Zenit*, der entgegengesetzte Punkt heißt *Fußpunkt* oder *Nadir*. Infolge der Erdrotation scheint sich der H. in 24 Stunden einmal um die mit der Erdschneise zusammenfallende *Himmelsachse* zu drehen, wobei die Gestirne am Osthorizont aufgehen und am Westhorizont untergehen. Die in der Nähe des Himmelspols stehenden *Zirkumpolarsterne* bleiben immer über dem Horizont. Der Winkelabstand des Aufgangspunktes eines Gestirnes vom Ostpunkt (→ *Himmelsgegenden*) des Horizonts heißt *Morgenweite* und derjenige des Untergangspunktes vom Westpunkt *Abendweite*. Zwischen Auf- und Untergangspunkt beschreiben die Gestirne am H. oberhalb des Horizontes den *Tagbogen* und unter dem Horizont den *Nachbogen*. Die Örter der Gestirne werden durch → *astronom.* Koordinaten bestimmt. Danach können sie auf einen H.-Globus oder auf Sternkarten übertragen werden; die Fixsterne werden zu Sternbildern zusammengefaßt.

Himmelsgegenden, Himmelsrichtungen, Weltgegenden, die durch die → *astronomischen* Koordinaten gegebene Einteilung des Horizontes. Norden (N) oder *Nordpunkt* und Süden (S) oder *Südpunkt* sind durch die Schnittpunkte des Meridians mit dem Horizont definiert, Osten (O) oder *Ostpunkt* und Westen (W) oder *Westpunkt* durch den Schnittpunkt des gegen den Meridian um 90° gedrehten Kreises (*erster Vertikal*) mit dem Horizont.

Himmelsmechanik, Teilgebiet der Astronomie, behandelt die Bewegungen, die die Himmelskörper unter dem Einfluß der Massenanziehung ausführen. Die einfachste Bewegungsform liegt im *Zweikörperproblem* vor, dessen Bewegungsgesetze (*Keplersche Gesetze*) sich aus dem Newtonschen Gravitationsgesetz ableiten lassen. Beim *Drei- und Mehrkörperproblem* lassen sich die Bahnen nicht mehr in einer entsprechenden mathemat. Form darstellen (POINCARÉ). Beim Planetensystem sind die Verhältnisse allerdings insofern einfacher, als hier die Zentralmasse der Sonne alle anderen Massen weit überwiegt. Deshalb ist die Bahn eines Planeten in erster Näherung eine Ellipse und die Wirkung der anderen Planeten auf ihn läßt sich in Form von Störungen dieser Ellipse berechnen. Besondere Schwierigkeiten bereitet der H. die Bewegung des Mondes, weil wegen seiner geringen Entfernung eine hohe Genauigkeit in der Darstellung erzielt werden muß, damit Beobachtung und Theorie übereinstimmen.

Hinterineinanderschaltung, Reihen-, Serienschaltung, eine elektr. Schaltung, bei der zum Unterschied von der → *Parallelschaltung* mehrere elektr. Stromerzeuger oder Stromverbraucher so zu einem Stromkreis hintereinandergeschaltet werden, daß die von jedem Stromerzeuger gelieferte oder die auf jeden Stromverbraucher entfallende Spannung nur einen Teil der Gesamtspannung des Stromkreises bildet, wobei aber alle Stromerzeuger oder -verbraucher vom gleichen Strom durchflossen werden.

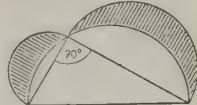
Hinterfüllung, die Bodenmengen, die nach Vollendung eines Bauwerkes als Anschüttung, meist zwischen Bauwerk und Baugrubenböschung eingebaut werden, um die Baugrube wieder auszufüllen.

Hintermaschine, eine Kommutatormaschine, die mit einem Induktionsmotor (Vordermotor) zu einer Kaskadenschaltung vereinigt wird. Die H., mit dem Vordermotor elektrisch oder elektrisch und mechanisch gekuppelt, liefert in den Läuferkreis des Vordermotors eine Regelspannung, die dessen Verhalten verschieden beeinflussen kann. Soll die Drehzahl des Vordermotors verändert werden, so bildet die H. mit diesem einen ‚Drehzahlregelsatz‘. H., die die Phasenverschiebung des Stromes im Vordermotor beeinflussen, heißen *Phasenschieber*, *Kompensatoren* oder *Drehstromerregmaschinen*. Andere H. regeln die Leistung des Vordermotors.

Hipparch, griech. Astronom, * um 190 v. Chr., † um 120, der Begründer der wissenschaftlichen Astronomie, der systematisch astronom. Beobachtungen anstellte, entwickelte das geozentrische Sy-

stem weiter, fand die Präzession der Äquinoktien, ermittelte die Mondentfernung und legte einen Fixsternkatalog an.

Hippokratische Mündchen entstehen durch Halbkreise über den drei Seiten eines rechtwinkligen Dreiecks (BILD). Die Summe der beiden sichel-förmigen Flächen (schraffiert) ist der Dreiecksfläche gleich.



Hippokratische Mündchen

Hippursäure, Benzoyl-Glykokoll, $C_6H_5 \cdot CO \cdot NH \cdot CH_2 \cdot COOH$, eine organ. Säure, die im Tierkörper aus Benzoesäure und der Aminosäure Glykokoll gebildet wird.

Hirschhornsalz, im Handel Ammoniumkarbonat, ein Gemisch von Ammoniumbikarbonat (NH_4HCO_3) und Ammoniumkarbamid ($NH_4CO_2NH_2$), zerfällt bei Erwärmung unter Abgabe von CO_2 ; verwendet als Riechsalz, Treibmittel beim Backen, in der Färberei, Wollwäscherei, in der analyt. Chemie.

Histamin, Imidazolyl-äthylamin, ein Gewebshormon, entsteht aus der Aminosäure *Histidin* durch Kohlendioxidabspaltung. Es beeinflusst bes. den peripheren Kreislauf durch Erweitern der Blutkapillaren und tritt bei Überempfindlichkeitsreaktionen vermehrt auf. Seine Wirkung hemmen die *Antihistaminika*. H. wird durch ein körpereigenes Enzym, die *Histaminase*, abgebaut.

Hitzdrahtinstrument, elektr. Meßinstrument, bei dem ein dünner Metalldraht durch den elektr. Strom erhitzt und seine Ausdehnung auf einen Zeiger übertragen wird. H. sind für Gleich- und Wechselstrom verwendbar; sie werden von → *Drehinstrumenten* und → *Drehspulinstrumenten* mit Gleichrichtern oder → *Thermoumformern* verdrängt.

Beim *Hitzdraht-Anemometer*, einem Gerät zum Messen kleiner Strömungsgeschwindigkeiten von Gasen, kühlt sich ein elektr. geheizter dünner Meßdraht je nach der Geschwindigkeit des vorbeiströmenden Gases mehr oder weniger stark ab, wodurch sich sein Widerstand meßbar ändert.

HK, Abk. für Hefnerkerze.

Ho, chem. Zeichen für → *Holmium*.

hobeln, FERTIGUNGSTECHNIK: Verfahren der spannenden Formung zur Herstellung von Ebenen und beliebigen zylindrischen Körpern (Profilen) aus Metall, Steinen, Kunststoffen, Holz u. a. – Beim H. von METALL nimmt der als Werkzeug in die Hobelmaschine eingespannte *Hobelmeißel* Späne ab. Der Meißel nimmt im allgemeinen nur auf dem Hingang, dem Arbeitshub, Späne ab und wird bei dem beschleunigten Rücklauf vom Werkstück abgehoben. Beim *Nachformhobeln* (*Kopierhobeln*) wird der *Hobelmeißel* durch ein Modell (Schablone) gesteuert (→ *nachformen*). Beim *Formhobeln* hat der *Hobelmeißel* die Form des zu erzeugenden Profils.

Die Hobelmaschine erzeugt die Relativbewegungen zwischen Werkstück und Werkzeug. Der *Kurzhobler* (*Shaping-Maschine*), aus dem Gestell und dem auf ihm gleitenden Stößel mit Werkzeug bestehend, wird über eine Kurbelschwinge oder durch ein hydraul. Kolbengetriebe angetrieben. Die *Tisch- oder Lang-Hobelmaschine* trägt auf dem waagrecht. hin- und hergehenden Tisch das Werkstück.

Sondermaschinen sind die *Blechkant-Hobelmaschine* zum Abhobeln der Kanten größerer Bleche, z. B. von Kesselblechen, und die *Zahnraddobelmaschine*.

Das H. von HOLZ wird handwerklich mit dem *Hobel* und maschinell mit der *Hobelmaschine* ausgeführt.

Der *Hobel* besteht aus dem *Hobeleisen*, einer geschliffenen Stahlklinge, und dem *Hobelkasten*, gewöhnlich aus Weißbuchenholz, seltener aus Metall. Das Hobeleisen ist mit einem Holzkeil im *Hobelkasten* befestigt. Beim *Doppel- oder Putzhobel* ist auf dem eigentl. Hobeleisen mit einer Schraube noch ein zweites Eisen, die *Hobeleisen-*

klappe, befestigt, die mit ihrer unteren rechtwinkligen Kante den Hobelspan unmittelbar abbricht und so ein Einreißen verhindert.

Zum Abrichten langer ebener Flächen dient die *Rauhbank*, ein sehr langer Hobel, zum Ausarbeiten muldenförmiger Flächen der *Schiffhobel* mit gekrümmter Sohle. Für grobe Vorarbeiten benutzt man den *Schrupphobel*, zum sauberen Bearbeiten den *Schlichthobel*. Zum Bearbeiten abgesetzter Flächen dient der *Sims- oder Gesimshobel*, zum Anhobeln von Nuten und Federn der *Nut- und Federhobel*, zum Ausarbeiten von Profilen der *Kehl-, Karnies-, Stab- oder Fassonhobel*. Zum Ausstoßen rechtwinkliger Falze benutzt man den *Falzshobel*, zum Ausstoßen der keilförmigen Schrägen an Gratleisten den *Grathobel*, zum Ausgründen der mit der Gratsäge vorgeschrittenen keilförmigen Nut den *Grundhobel*. Zur Herstellung abgeplatteter Türfüllungen dient der *Plattbankhobel*, zum Behobeln der lotrechten Kanten an beiderseits begrenzten Vertiefungen der *Wangenhobel*, zum Aufrauen der Holzflächen beim Leimen der *Zahnhobel*.

Die *Hobelbank* ist ein Arbeitstisch zum Einspannen und Festhalten hölzerner Werkstücke; kurze Bretter werden in der Vorderzange eingespannt, lange Bretter zusätzlich durch einen Bank- oder Stehkecht gestützt. In der Hinterzange werden meist kleinere Werkstücke zur Bearbeitung eingespannt. Zur flächseitigen Bearbeitung werden die Bretter durch zwei Bankhaken unter Benutzung der Hinterzange eingespannt.

Die *Hobelmachine* besitzt eine umlaufende Messerwelle, in der 2 bis 8 Streifenmesser auswechselbar befestigt sind. Bei Abrichtmaschinen ragt die Messerwelle aus einem Schlitz in der Mitte des Maschinentisches hervor. Das Holz wird an den Maschinentisch angeordnet und über die rotierende Messerwelle weggeschoben. Mit der *Dickenhobelmachine* werden planparallele Flächen hergestellt. H. WICHMANN: Maschinen und Werkzeuge für die spangebende Holzbearbeitung (*1951).

Hochätzung, GRAPHIK: die Herstellung von

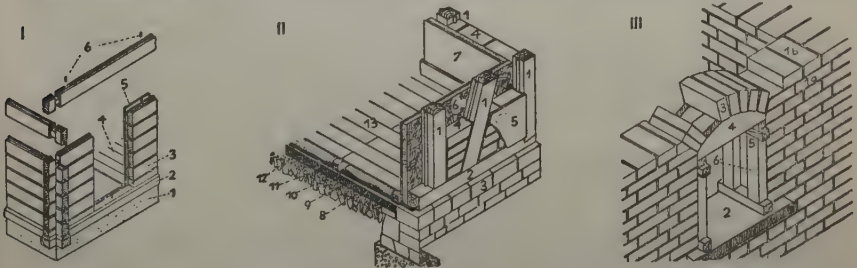
Druckplatten für den Hochdruck (→ Druckverfahren) durch Ätzen (Strichätzung, Autotypie), so daß die Druckfläche erhaben über den übrigen Platten teilen liegt.

Hochbau (hierzu TAFEL), der Zweig der Bautechnik, der sich mit der Herstellung von Gebäuden befaßt.

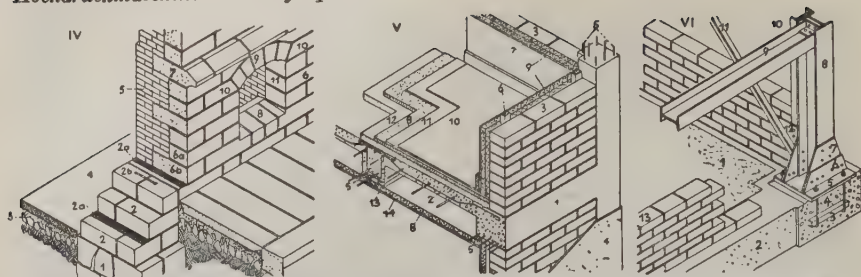
Die Hochbaukonstruktionen befinden sich seit der Einführung des Betons und des Stahlbetons und durch die neuen Bau-, besonders aber Dämmstoffe, in weiterer Entwicklung; nach dem letzten Krieg mit seinen ungeheuren Zerstörungen erweisen sich neue Baukonstruktionen und ein stärkeres Eingehen in das bauphysikalische Geschehen als volkswirtschaftlich und im Interesse der Volksgesundheit dringend notwendig. Die erfreulichen, schöpferischen Leistungen im Bauwesen – neue Baustoffe, neue Konstruktionen, verbesserte Arbeitsverfahren, erhöhter Maschineneinsatz, Montagebau (→ Fertighaus) – lassen weitere Baukostensenkungen bei verbesserter Qualität erwarten. – Die *herkömmlichen Bauweisen* sind: gemauerter Ziegel- oder Natursteinbau, Holzblockbau, Fachwerkbau (→ Fachwerk), → Lehm- oder Lehmziegelbau. Die örtlich vorhandenen Baustoffe bestimmen die Bauweise: Im norddeutschen Tiefland ist der Ziegelbau und der mit Ziegeln ausgemauerte Fachwerkbau sehr verbreitet, in den Mittelgebirgen der Fachwerkbau und Natursteinbau, in den Alpenländern der Holzblockbau, bei dem die Balken aufeinander geschichtet und außen meist mit einem Schindelschirm versehen werden. – Die *neueren Bauweisen* suchen mit wenigen Facharbeitern auszukommen. Man kann vier große Gruppen unterscheiden: 1) solche Bauweisen, die die Wände aus mehr oder minder großen Bauteilen zusammensetzen (vom Bimsstahlblockstein bis zur geschobenen Wandplatte aus Porenbeton oder Trümmersplittbeton) und mit Mörtel verbinden; 2) die Schüttbetonbauweisen, die in Schalungen aus Holz, Drahtgittergeflecht, Stahlblech einen Schwer- oder Leichtbeton einschütten und dadurch ein zusammenhängendes Gefüge der Wände erzeugen; 3) die Skelettbauweisen in Holz, Stahl oder Stahlbeton, bei denen das Skelett alle tragenden Funktionen übernimmt, während die ausfachenden Wände den Wärme- und Witterschutz zu erfüllen haben; sie können aus Steinen oder Platten gemauert, in Beton geschüttet oder auch aus vorgefertigten Tafeln montiert werden; 4) der reine Montagebau der Fertighausbauweisen. – Daneben gibt es Verbindungen dieser Gruppen untereinander und mit den herkömmlichen Bauweisen. H. SCHMITT: Hochbaukonstruktion (*1962).

Hochbehälter, hochgelegene Sammelbehälter, → Wasserversorgung.

Hochdruckchemie, der Zweig der chem. Fabrikation, der sich mit der Anwendung hoher Drücke zur Erzielung von Reaktionen zwischen Gasen und



Hochbau: I Holzblockbau, Eckverstrickung; 1 Grundmauerwerk, 2 Grundschwelle, 3 Holzblockwand aus Blockhohlen, die mit Nut und Feder verbunden sind, 4 Dichtung, 5 Wärmedämmplatte, 6 Dübel (nach Baukunde für die Praxis, Verlag J. Hoffmann, Stuttgart). II Holzschalwerkbau; 1 Stiele oder Streben, 2 Schwelle, 3 Grundmauer, 4 Ausfachung (mit Back- oder Schwenksteinen), 5 Außenputz, 6 Wärmedämmplatten, 7 Innenwandputz, 8 Steinbettung, 9 Unterbeton, darüber Anstrich und Dichtungsmittel, 10 Dachpappe, 11 Fußbodenlagerhölzer, 12 Sand oder Schlacke, 13 Langriemenfußboden. III Ziegelbau, Ziegelmauerwerk (Ziegelrohbau) in Blockverband; 1a Läufersteine, 1b Bindersteine, 2 Betonsohlbank, 3 Fenstersturzbogen, 4 Lehbogen, 5 Doppelkeile, 6 Lehrgerüst.



Hochbau: IV Werksteinbau; 1 Fundamentbankett, 2 Hausteilmauerwerk, 2a Dachpappe, 2b Eisenklammer, 3 Steinbettung, 4 Plattenbelag, 5 inneres Ziegelmauerwerk, 6 äußere Hausteilverblendung, 6a Läufersteine, 6b Bindersteine, 7 Sockelgesims, 8 abgeschrägte Sohlbank, 9 Fenstersturzbogen, 10 Kämpfersteine, 11 Fensterleibung. V Stahlbetongerippenbau; 1 Stahlbetonbalken und Stahlbetonstütze, 2 Stahlbetongerippenplatte, 3 Ausfachung, 4 Außenputz, 5 Bewehrungsstäbe, 6 imprägnierte Latten, 7 Isolierwollmatte, 8 Wärmedämmplatten, 9 Innenwandputz, 10 Linoleum, 11 Steinholzestrich, 12 Magerbeton, 13 Leisten und gegebenenfalls Latenrost, 14 Deckenputz. VI Stahlbau; 1 Fundament, 2 Bankett, 3 Ankerbalken, 4 Anker, 5 Fußplatte, 6 Fußwinkel, 7 Fußblech, 8 Stütze, Breitflanschträger, 9 Wandriegel, Doppel-T-Eisen, 10 Anschlußwinkel, 11 Diagonale des Windverbandes, Winkelblech, 12 Anschlußblech, 13 Ausfachung mit Ziegelmauerwerk.

Flüssigkeiten oder festen Körpern befaßt, die bei normalem Druck nicht möglich sind oder nur so spärliche Ergebnisse erzielen, daß eine wirtschaftliche Ausnutzung sich nicht lohnt. Beispiele erfolgreich angewandter H. sind das → Haber-Bosch-Verfahren, das Bergius-Pier-Verfahren (→ Kohlehydrierung) sowie die Polymerisation des Acetylen.

In der H. werden Reaktionsgefäße verwendet, in denen in größtem Maßstabe unter hohen Drücken von meist 300 atü, häufig 700 atü, selten 2000 atü chem. Reaktionen durchgeführt werden, meist unter Verwendung von Katalysatoren (Hochdruckapparate, Bomben, Druckbomben). Sie werden heute durch das Wickelverfahren, das Aufwickeln von profilierten Stahlbändern bei 800°C auf ein Kernrohr (bis zu 1200 mm Ø) hergestellt. Deckel und Rohrleitungen werden durch Flanschverbindungen angeschlossen, die bei dem durch starke Schrauben erzielten Preßdruck Stahl auf Stahl absolut dichten. Im Betrieb wird das flüssige Ausgangsmaterial durch eine Einspritzpumpe über einen Vorwärmer in das Reaktionsgefäß eingebracht. Bei reinen Gasreaktionen fällt die Einspritzung der Flüssigkeit weg. Beim Sumpfphaseverfahren treten Gas und Flüssigkeit von unten in das Reaktionsgefäß ein.

Hochdruckmaschinen, Buchdruckpressen, alle Maschinen zur Ausübung des Hochdruckverfahrens (→ Druckverfahren) im Unterschied zu Flachdruck (→ Offsetdruck) und → Tiefdruckmaschinen (→ Tiefdruck). Hauptgruppen sind Tiegeldruckpressen, Druckautomaten, Stopfzylinderschnellpressen, Bunt- und Zweifarbendruckpressen, Zweifarben-Zweitourenmaschinen, Mehrfarbenmaschinen, Bogen- und Rollenrotationsmaschinen verschiedener Bauart. Rotations- und Spezialmaschinen drucken von endloser Papierbahn (Rolle), die nach dem Druck zerschnitten wird und bei Zeitungs- und Zeitschriftendruck über Falz- und Heftapparate läuft.

Die Druckformen bestehen für Flachformmaschinen aus zusammengesetzten Druckelementen oder Druckplatten, für Rotationsmaschinen aus rundgebogenen oder -gegossenen Platten. In der Tiegeldruckpresse wird Fläche gegen Fläche und bei allen Zylinderdruckmaschinen kontinuierlich in schmalen Streifen oder Linien (Druckabwicklung) gedruckt. Die bedeutsamsten und interessantesten H. sind die Zeitungsrotationsmaschinen, die in einem Durchlauf 96 Seiten und mehr drucken; Schnellläufer-Hochleistungsdruckmaschinen sind für Geschwindigkeiten bis zu 30000 Zylinderumdrehungen stündlich konstruiert.

Hochdrucktechnik, Technik der Verformung bes. von Metallen und Gläsern, bei einem Druck von 30000 atü und darüber. Bei solchen Drücken

erhöhen organische Flüssigkeiten ihre Viskosität um mehr als das Millionenfache.

Hochenergiephysik, Elementarteilchenphysik, umfaßt die experimentellen und theoret. Untersuchungen an → Elementarteilchen bei hohen und höchsten Energien. Teilchenumwandlungen sind Prozesse, für deren Auftreten Energien von der Größenordnung der Ruhenergien der beteiligten Teilchen verfügbar sein müssen. Solche Energien sind künstlich nur mit den großen Teilchenbeschleunigern (→ Synchrotron, → Zyklotron, → Linearbeschleuniger) zu erreichen. Seit in den letzten Jahren eine Reihe sehr großer Beschleunigungsmaschinen – insbes. das Brookhaven AG-Synchrotron (33 GeV) und das CERN-Protonensynchrotron (28 GeV) – in Betrieb genommen wurden, hat die H. eine starke Intensivierung erfahren. In den großen Zentren der H. (USA: Brookhaven, Europa: Genf, UdSSR: Dubna) hat sich eine komplizierte Technik des Umgangs mit Elementarteilchenstrahlen entwickelt, wie sie beim Aufprall der aus dem Beschleuniger austretenden Teilchen auf ein → Target entstehen. Die Strahlen werden durch Ablenk- und magnet. Quadrupollinsen und elektrost. Separatoren nach den einzelnen Teilchenarten (π-Mesonen, K-Mesonen, Protonen, Antiprotonen u. a.) sortiert, eng gebündelt und in langen Vakuumröhren über z. T. 50 bis 100 m zu den Meßgeräten geleitet. Wichtigste Untersuchungsmethode ist die direkte Beobachtung in → Spurenkammern und in photograph. Platten. Aus Blasenkameraaufnahmen z. B. können neben den Reaktionsgleichungen die Massen, mittl. Lebensdauer, Spins und Paritäten von Elementarteilchen erschlossen werden. Aus dem Verlauf der Wirkungsquerschnitte werden die Kräfte (Wechselwirkungen) zwischen den Teilchen ermittelt. Um das ständig anfallende riesige Material in einem Zentrum der H. verwerten zu können, wurden automat. Spurenauswertegeräte entwickelt, die elektronisch die Spuren verfolgen, Koordinaten und Krümmungen ausmessen und mit den Ergebnissen einen Rechenautomaten speisen, der die nötigen Berechnungen durchführt.

Bei Untersuchungen an Teilchen noch wesentlich höherer Energie als 30 GeV ist man weiterhin auf die kosm. Ultrastrahlung angewiesen, in der Teilchen bis zu 100000 GeV und mehr vorkommen. Jedoch wird bereits der Bau größerer Beschleuniger (100 bis 3000 GeV) geplant.

Hochfrequenz, Frequenz über 10 kHz bis 3000 MHz, entsprechend einer Wellenlänge von 30 km bis 10 cm. Die H.-Technik verwendet hochfrequente Wechselströme in der Funk- und Fernsprechtechnik, im hochfrequenten Drahtfunk, in der Heilkunde, zur Wärmeerzeugung im elektr. oder

magnet. Feld (Trocknen, Glühen, Härten, Schmelzen, Schweißen, letzteres bei Kunststoffen) usw. Die *H.-Telephonie*, auch *Trägerfrequenztelephonie* genannt, gestattet eine mehrfache Ausnutzung der Fernsprecheinrichtungen; auch auf Starkstromleitungen kann gesprochen werden.

Hochfrequenzgeräte, Hochfrequenzapparate, werden 1) in der *MEDIZIN* angewandt zur intensiven Erwärmung, wobei kräftige Ströme durch den Körper des Patienten fließen, ohne daß elektrolyt. Zersetzung (wie bei Gleichstrom) oder elektrische Schläge (wie bei Gleichstrom und niederfrequentem Wechselstrom) auftreten. Die hochfrequenten Ströme können auf den Patienten unmittelbar durch Elektroden (*Arsonalisation*), induktiv durch Spulen (*Autokonduktion*) oder kapazitiv mit Hilfe einer Kondensatoranordnung übertragen werden. Bei sehr hohen Frequenzen (Dzimetimeterwellen, Zentimeterwellen) arbeitet man mit der durch einen Parabolspiegel gebündelten Strahlung einer Antenne und kann so lokal eng begrenzte Bereiche behandeln. Neue Geräte arbeiten nur noch mit Röhrengeneratoren; diese geben bei hoher Frequenzkonstanz eine Patientenleistung von einigen hundert Watt ab. H. bes. Bauweise dienen in Verbindung mit einem Spezialbesteck zur *Hochfrequenzchirurgie*, bei der schon während des Schneidens durch intensive Hochfrequenzenergie eine Verkrustung der Schnittwunden erzielt wird (→ Elektromedizin).

2) in der *INDUSTRIELLEN TECHNIK* vielseitig angewandt. Da Hochfrequenzströme nur in einer dünnen oberflächennahen Schicht eines Leiters fließen (Skin-Effekt), kann man ganz spezifische Erhitzungsvorgänge erzielen, deren zeitl. und temperaturmäßigen Ablauf man sehr genau beherrscht. Bei *induktiven Verfahren* werden elektrisch leitende Körper von Spulen umfaßt und erhitzt sich infolge der induzierten Ströme. Die wichtigsten Anwendungen sind: Anlassen, Härten, Glühen, Weichen und Hartlöten, Schmelzen (insbes. von Edelmetallen, Vakuumerschmelzen), Schweißen (→ Industriehöfen). Bei genügend hoher Energiekonzentration kann man extrem kurze Erhitzungszeiten (0,1 bis 5 s) erzielen, so daß Verzug, Oxidation und Verformung des Werkstücks vermieden werden. *Dielektrische Verfahren* sind auf Nichtleiter beschränkt. Diese erwärmen sich auf Grund ihrer dielektr. Verluste im Felde eines mit Hochfrequenz gespeisten Kondensators. Hauptanwendungsgebiete sind: Kunststoff-Schweißung und -Preßtechnik, Trocknung von Papier, Tabak, Holz, Textilien u. ä., Vulkanisieren, Holzverleimung, Sterilisierung von Nahrungs- und Genußmitteln, Kochen, Backen und Grillen mit Hochfrequenz; bei letzterem arbeitet man mit Zentimeterwellen, während sonst Frequenzen von 25 bis 200 MHz anwendbar sind.

3) *NACHRICHTENTECHNIK*: *Hochfrequenzverstärker* verstärken in Empfängern die von der Antenne empfangenen Hochfrequenzschwingungen vor der Demodulation. Dadurch wird auch der Empfang von Sendern ermöglicht, deren Empfangsspannung unter der Reizschwelle des Empfangsgleichrichters liegt. Man unterscheidet abgestimmte Hochfrequenzverstärker, die außer der Verstärkung auch eine Trennung des gewünschten Senders von anderen Sendern bewirken (auch der Zwischenfrequenzverstärker von Überlagerungsempfängern rechnet hierzu), und aperiodische Hochfrequenzverstärker, die einen größeren Frequenzbereich gleichmäßig verstärken (Antennenverstärker für Gemeinschaftsempfang und Meßverstärker).

Hochfrequenzkern, der Kern von Hochfrequenzspulen, zur Vermeidung von Wirbelströmen entweder als Eisenpulverkern (Eisenpulver mit einem Bindemittel) oder als Ferritkern ausgebildet.

Hochfrequenzkinematographie, Filmaufnahmetechnik bei sehr schnell verlaufenden Vorgängen mit entsprechend hoher Bildwechselzahl. Führt man den Film mit der normalen Bildwechselzahl von 24 Bildern/s vor, so ergibt sich eine „Zeitdehnung“.

Hochfrequenzspektroskopie. Bei atomaren Sy-

stemen gibt es Quantenzustände, deren Energien sich so wenig unterscheiden, daß Strahlungsübergänge zwischen ihnen mit Hilfe der gewöhnl. (Licht-) Spektroskopie nicht mehr erfassbar sind. Wenn die ausgesandten elektromagnet. Wellen dabei im Bereich der Zentimeter- und Millimeterwellen liegen, lassen sich die aus der Hoch- und Höchstfrequenztechnik (Mikrowellentechnik) bekannten Methoden der selektiven Strahlungsabsorption anwenden, um Aussagen höchster Genauigkeit über bestimmte Eigenschaften atomarer Systeme, z. B. über magnet. Kernmomente, Kopplung von Spin- und Bahnbeziehung bei Elektronen in angeregten Atomzuständen, zu gewinnen.

Hochhaus, früher *Wolkenkratzer*, ein Haus mit mehr als 6 Geschossen. – Die Errichtung von modernen H. wurde ermöglicht durch die Entwicklung des Stahl- und Stahlbetonbaus, der elektrisch betriebenen Aufzüge und der techn. Installationen (höchstes H. der Welt: Empire-State-Building, 102 Stockwerke, 381 m Höhe). Als *Punkthaus* wird ein H. mit 8–14 Geschossen bezeichnet, das um einen mittleren Verkehrsstrang geordnet je Geschoß 4 bis 5 Wohnungen mit ein oder zwei Zimmern aufweist.

Hochmoor, ein Moor, dessen Oberfläche allmählich über den (in geringer Tiefe stehenden) Grundwasserspiegel hinausgewachsen ist.

Hochofen, Schachtofen zur Gewinnung des Roheisens aus den Erzen (→ Eisen).

Hochpaß, *FERNMELDETECHNIK*: Schaltung von Längskapazität und Querinduktivität, die von einer bestimmten Grenze an nur die hohen Frequenzen durchläßt und die tiefen sperrt. Gegensatz: *Tiefpaß*.

Hochpolymere, → Polymere.

Hochspannung, elektr. Spannung mit mehr als 1000 V, bei Schaltanlagen mit mehr als 250 V gegen Erde (bei Wechselspannung Effektivwert). Das Hauptanwendungsgebiet für H. ist die Übertragung größerer elektr. Leistung (Strom mal Spannung). Durch unvollkommene Isolation der Leiter entstehen Verluste, die mit der Spannung ansteigen, und durch den Widerstand des Leiters Verluste, die mit dem Strom wachsen. Es ist wesentlich einfacher und billiger, die Verluste infolge hoher Spannung durch geeignete Isolatoren kleinzuhalten, als die Verluste infolge hohen Stromes, die man bei gegebenem bestem Leitungsmaterial nur durch vergrößerten Leitungsquerschnitt senken könnte. Daher ist eine Energieübertragung auf größere Entfernung nur mit H. möglich. Im allgemeinen wird Wechselstrom (in Form von Drehstrom) übertragen, da dabei eine einfache und verlustarme Spannungsumsetzung durch Transformation möglich ist. Übertragungsanlagen arbeiten mit Spannungen von 3 bis 380 kV je nach Entfernung und Leistung. – Röntgen- und Senderöhren, Kathodenstrahlröhren, elektr. Rauchgasfilter u. a. werden durch H. gespeist.

Zur Erzeugung von H. werden H.-Wechsel- und Drehstromgeneratoren, die für Spannungen bis 10000 V gebaut werden, oder Transformatoren, die bis zu 10⁶ V und mehr abgeben, verwendet. Wird H.-Gleichstrom benötigt, so finden je nach Verwendungszweck H.-Gleichrichter, Stoßgeneratoren und → Bandgeneratoren Verwendung.

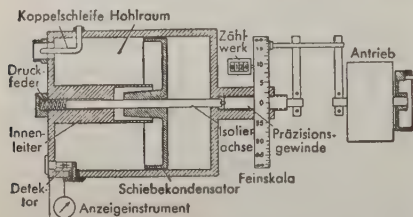
G. LESCH: Lehrbuch der Hochspannungstechnik (1959).

Hochspannungsanzeiger, elektr. Gerät zum Nachweis von Hochspannungen an Leitungen und Apparaten, als Funkenprüfer zur Prüfung der Zündanlage an Kraftfahrzeugen. Er besteht aus einer in eine Isolierhülle gefaßten, mit Neon gefüllten Glasröhre mit zwei eingeschmolzenen Elektroden. Bei Anlegen des Kontakthakens an Hochspannung leuchtet das Neon hellrot auf. Vor und nach der Spannungsprüfung muß, nach VDE-Vorschrift, die Betriebsbereitschaft geprüft werden. Dazu ist in die Leuchtöhre ein Quecksilbertropfen mit eingeschlossen. Durch Schütteln werden kleine Ladungen und dadurch gut beobachtbare Glimmerscheinungen hervorgerufen.

Höchstfrequenztechnik, Teilgebiet der Hochfrequenztechnik, umfaßt den Bereich von 3 · 10¹⁰–

Hochstrombogen – Hochvakuumtechnik

$3 \cdot 10^{11}$ Hz (Dezimeter-, Zentimeter-, Millimeterwellen). Nachrichtenverbindungen in größerer Anzahl können bei den drahtlosen Übertragungsverfahren nur dann störungsfrei arbeiten, wenn die Frequenzen genügenden Abstand voneinander haben. Im Bereich der Rundfunkwellen (200–600 m, $1,5\text{--}0,5 \cdot 10^6$ Hz) sind bei 9 kHz Senderabstand nur 111 Sender unterzubringen, während im Bereich der Dezimeterwellen theoretisch 300 000 Sender störungsfrei arbeiten könnten. Außerdem werden bei höheren Frequenzen die benötigten Antennensysteme kleiner, so daß sie mit einfachen Mitteln schwenkbar eingerichtet werden können. Schließlich



Höchstfrequenztechnik: Schnitt durch einen Hohlraumresonator (Pintsch-Elektro)

kann man Dezimeter-, Zentimeter- und Millimeterwellen mit Hilfe von Parabolspiegeln, ähnlich wie beim Lichtscheinwerfer, bündeln und so mit kleiner Sendeleistung und geringerer Empfangsempfindlichkeit gleiche Empfangsgüten erreichen sowie insbes. Peilungen hoher Meßgenauigkeit ermöglichen. Statt einer Antennenanordnung mit Parabolspiegeln lassen sich bei sehr hohen Frequenzen auch andere stark bündelnde Antennenanordnungen verwenden, z. B. *Hornstrahler*, die wegen ihrer trichter- oder hornähnlichen Form die Aussendung oder den Empfang von Wellen sehr hoher Frequenz mit hohem Wirkungsgrad und bei geringstem Aufwand an Schaltungsmitteln zulassen. – Da in den normalen Elektronenröhren die Elektronen für ihren Weg von der Kathode zur Anode so viel Zeit brauchen, daß während ihres Fluges mehr als eine halbe Periode einer Schwingung abläuft (Laufzeit), hat man Röhren mit extrem kurzem Elektronenlaufweg entwickelt (*Scheibenröhre*). Bei einer Gruppe von Spezialröhren für Zwecke der H. (*Laufzeitröhren*) wird unter Anwendung andersartiger Aufbauprinzipien die Trägheit der Elektronen bewußt ausgenutzt. Bei den Laufzeitröhren unterscheidet man *Bremsfeld*-, *Magnetfeld*-, *Triftröhren*, den *Heilschen Generator* und *Wanderfeldröhren*. – Durch Influenzwirkungen der in den Elektronenröhren bewegten Elektronen tritt ein zusätzlicher Leistungsverbrauch und damit eine Redämpfung der Außenkreise auf; die Gittersteuerung ist nicht mehr leistungslos. – Für die *Schwingkreiselemente* der H. braucht man extrem kleine Werte der Kapazität und Induktivität. Da schon ein ganz kurzes Drahtstück mit nennenswerter Induktivität und Kapazität behaftet ist, besteht ein Schwingungskreis der H. meist aus Leitergebilden einfacher Form, bei denen Induktivität und Kapazität stetig und gleichmäßig verteilt sind. Bevorzugt verwendet man Leitungstücke mit geringer Dämpfung, vor allem auch solche einstellbarer Länge, sowie besondere Bauformen wie z. B. *Topfkreis* und *Hohlraumresonator*. Bei allen ist das elektromagnet. Feld völlig nach außen abgeschirmt, so daß nur geringe Strahlungsdämpfung auftritt. – Die zum Bereich der H. zählenden Wellen werden an der Ionosphäre nicht reflektiert, sondern breiten sich ähnlich den Lichtwellen streng geradlinig aus. Drahtlose Verbindungen sind daher nur zwischen Punkten möglich, zwischen denen keine wesentlichen Hindernisse (z. B. Berge, Fabrikanlagen, Wälder) vorhanden sind.

Hochstrombogen, Hochstromkohlebogen, ein Einphasen- oder Drehstrom-Lichtbogen, in dem bei einer Stromstärke von über 100 A in der scharf

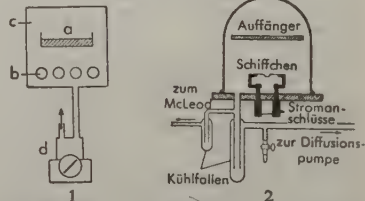
gebündelten Entladung Temperaturen von über 10000°C erreicht werden. Stromdichte etwa 50000 A/cm^2 .

Hochvakuumtechnik, die Erzeugung, Messung und Aufrechterhaltung sehr niedriger Gasdrücke für wissenschaftl. und techn. Anwendungen. Man unterteilt das Vakuum in

Großvakuum . . . 760 bis 1 Torr,
Feinvakuum . . . 1 bis 10^{-2} Torr,
Hochvakuum . . . 10^{-3} bis 10^{-6} Torr,
Höchstvakuum . . . 10^{-6} bis 10^{-8} Torr,
Ultravakuum . . . unter 10^{-8} Torr.

Die wirkungsvollsten Pumpen zur Erzeugung von Drücken bis 10^{-8} Torr sind die $\rightarrow$ Diffusionspumpen (Molekularluftpumpen), Drücke unter 10^{-9} Torr erzielt man durch elektr. Gasaufzehrung, Getter-Ionen-Pumpen und das Kryopumpen.

Hochvakuum wird techn. angewandt in Hochvakuumröhren, Hochspannungsanlagen für Kernumwandlungen, Zyklotrons, Massenspektrographen, $\rightarrow$ Elektronenmikroskopen, zur Destillation von temperaturempfindl. Stoffen (Molekulardestillation von Vitaminkonzentraten, Weichmachern u. ä.), zur Trocknung, insbes. Gefriertrocknung (BILD 1) von temperaturempfindl. Stoffen in Chemie und Pharmazie wie Seren, Antibiotika und Herstellung von Blutkonserven, zur Trocknung von Nahrungs- und Genußmitteln wie Fruchtsäften u. ä., zur Trocknung und Imprägnierung von Hochspannungskabeln, Hochspannungskondensatoren, beim Schmelzen, Sintern und Gießen von hochwertigen Metallen, beim Aufdampfen von Metallen in dünnen Schichten zur Herstellung von Spiegeln, bei der Aufdampfung von reflexvermindernden Schichten für die Optik (BILD 2), in Glühlampen u. a.



Hochvakuumtechnik: 1 Schema einer Gefriertrocknungs-Anlage. Aus dem zu trocknenden Gut a sublimiert das Eis auf den gekühlten Kondensator b, während in der Trockenkammer c durch die Vorkammer d ein genügend niedriger Druck aufrechterhalten wird (B. Leybolds Nachfolger). 2 Schema einer einfachen Aufdampfapparatur (nach H. Meyer, Physik dünner Schichten).

Die gebräuchlichsten **Hochvakuum-Meßinstrumente** sind: *Vakuummeter* nach McLEOD, Meßprinzip: Kompression auf meßbaren Druck; *Wärmeleitungsmanometer*, Meßprinzip: Druckabhängigkeit der Wärmeleitung zwischen kalter und heißer Oberfläche; *Alphatron*, Meßprinzip: Messung der von einem Radiumpräparat im Restgas erzeugten Ionen, deren Zahl vom Gasdruck abhängt; *Vakuummeter* nach PENNING, *Philipsvakuummeter*, Meßprinzip: Messung des elektr. Stromes in einer unter dem Meßdruck stehenden Entladungsröhre, die in einem Magnetfeld liegt; *Ionisationsmanometer*, Meßprinzip: Messung der vom Elektronenstrom einer Triode im Restgas (in einer Verstärkerröhre) erzeugten und vom Gitter aufgefangenen positiven Gas-Ionen; *Absolutes Vakuummeter* oder *Knudsen-Vakuummeter* oder *Radiometervakuummeter*, Meßprinzip: ähnl. dem des $\rightarrow$ Radiometers.

Die niedrigsten derzeit erreichbaren Drücke liegen für techn. Anlagen bei 10^{-8} – 10^{-9} Torr, für kleinere Hochvakuumröhren bei 10^{-7} – 10^{-8} Torr, in besonderen Fällen unter 10^{-10} Torr.

K. DIELS – R. JAECKEL: Leybold Vakuum-Taschenbuch (*1962); G. CH. MÖNCH: Neues und Bewährtes aus der H. (*1961).

Hodograph, 1) PHYSIK: die Kurve, die die Endpunkte der für jeden Zeitpunkt von einem festen Punkt aus nach Größe und Richtung aufgezeichneten Geschwindigkeiten bilden. 2) Laufzeitkurve der Erdbebenwellen.

Hoff, Jacobus Hendricus van't, niederländ. Chemiker, * 1852, † 1911, Prof. in Berlin, einer der ersten Vertreter der physikal. Chemie, entwickelte eine Theorie der verdünnten Lösungen und begründete die Stereochemie. 1901 Nobelpreis.

Höhe, 1) ASTRONOMIE: der Winkel zwischen den Richtungen zu einem Gestirn und zum Horizont. Seine größte H. erreicht ein Gestirn im Meridian. Als *korrespondierende H.* bezeichnet man gleiche H. vor und nach dem Meridiandurchgang, als *Zirkummeridianhöhen* die H. in der Nähe des Meridians. Der Kreis, der alle Orte verbindet, auf denen ein Gestirn zur selben Zeit die gleiche H. hat, heißt *Höhenleiche*. In der Nautik mißt man die H. mit dem Sextanten. Der Vergleich der beobachteten mit der errechneten H. ist ein Verfahren (Höhenmethode) der Navigation. Über *negative H.* → Depression.

2) GEOMETRIE: der senkr. Abstand eines Punktes von einer Grundlinie oder -fläche (→ Dreieck).

3) VERMESSUNGSKUNDE: *relative H.*, der senkrechte Abstand eines Berggipfels von seinem Fuß; *absolute H.*, die Erhebung des Gipfels über der Meeresfläche, → Normal-Null.

Höhenförderer, Stapler, Fördereinrichtungen zum Hochstaken von Heu, Garben oder Stroh, mit Zinkenrücken, die an endlosen Ketten in einem Trog auf Rollen laufen. Neigung und Länge der Förderbahn sind veränderlich.

Höhenkreis, Scheitelkreis, → astronomische Koordinaten.

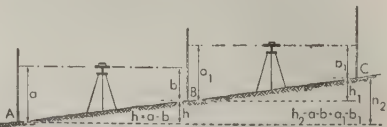
Höhenlinien, Horizontalurven, Schichtlinien, Isohypsen, Linien, die auf Karten Punkte gleicher Höhe miteinander verbinden.

Höhenmarken, die zur dauernden Erhaltung der Ergebnisse einer Höhenmessung angebrachten Marken (und eisernen Bolzen), die in das Mauerwerk von festen Gebäuden (Kirchen, Rathäusern, Bahnhöfen) oder in bes. für diesen Zweck gesetzte Steinfeiler eingelassen sind.

Höhenmesser, LUFTFAHRTTECHNIK: ein Instrument zur Messung und Anzeige der Höhe eines Luftfahrzeuges über Grund. Der *barometrische H.*, ein Barometer mit Skaleneinrichtung (→ barometrische Höhenmessung), gibt die *absolute Höhe* über dem Meeresspiegel an, läßt also den tatsächl. Abstand vom Erdboden nicht erkennen und liefert außerdem bei unbekanntem Bodenluftdruck falsche Angaben. Er wird aber trotzdem als wichtigstes und einfachstes Höhenmeßgerät benutzt, wobei man den Zeiger beim Abflug durch eine Korrektureinrichtung in Nullage bringt, so daß er die *relative Höhe über Grund am Abflugort* anzeigt; vor der Landung muß man dann die Zeigerstellung gemäß dem am Landort herrschenden und aus Wettermeldungen ermittelten Bodenluftdruck korrigieren. Die *relative Höhe* über Grund zeigt stets der *elektrische H.* an: der kapazitive H. mißt die Höhe über dem Erdboden durch Bestimmung der zwischen Luftfahrzeug und Boden vorhandenen Kapazität, der Reflexions-H. bestimmt die relative Höhe aus dem Auftreten stehender Wellen, die vom Luftfahrzeug ausgesandte ultrakurze elektromagnet. Wellen mit dem am Boden reflektierten Wellen erzeugen, oder, ähnlich dem → Echolot, aus der Laufzeit kurzer elektromagnet. Impulse. Elektrische H. werden vorzugsweise in größeren Flugzeugen als Hilfsmittel bei Schlechtwetterlandungen benutzt.

Höhenmessung wird durchgeführt 1) in flachem Gelände durch *Nivellieren*. Mit einem Nivellierinstrument, in der Mitte der Meßstrecke aufgestellt, werden horizontale Ziellinien hergestellt, deren vertikale Abstände an senkrechten Latten abgelesen werden. Die Zielweiten betragen rd. 50 m entlang gestreckter Nivellierlinien, die viele Kilometer lang sein können und in Schleifen angeordnet werden. Genauigkeit je km 0,3 mm bis 1 cm. 2) In gebirgigem Gelände und bei großen Höhenunterschieden durch

trigonometrische H. Die Horizontalentfernungen *s* müssen durch Dreiecksmessung bekannt sein, die Höhenwinkel *h* der geneigten Ziellinien werden mit



Höhenmessung: nivellieren. AB, BC Meßstrecke, h_1, h_2 Höhendifferenz der Ablesungen a, b, a_1, b_1 .

→ Theodolit gemessen. Der einzelne Höhenunterschied ist $s \cdot \tan h$. 3) Durch → Höhenmesser.

Höhenstrahlung, → kosmische Ultrastrahlung.

Hohlblocksteine, großformatige Steine aus Beton, Gips, Bimsstein oder gebranntem Ton mit ein- oder zweiseitig offenen Hohlräumen zur Gewichtsverminderung und thermischen Isolation. **Hohlblockziegel** sind Hohlblöcke aus gebranntem Ton.

Hohlleiter, eine Übertragungsleitung für elektromagnet. Wellen der → Hochfrequenztechnik, ein Metallrohr von meist kreisrundem oder rechteckigem Querschnitt mit gut leitenden Innenwänden, durch die die elektromagnet. Wellen zusammengehalten und geführt werden. Die Wellenlänge muß kleiner als der Rohrdurchmesser sein.

Hohlmaße, Raummaße, → Maß.

Hohlraumresonator, ein verlustarmer Schwingungskreis für elektromagnet. Schwingungen sehr hoher Frequenz (dm-, cm-Wellen), → Hochfrequenztechnik.

Hohlraumstrahlung, schwarze Strahlung, die Strahlung eines → schwarzen Körpers.

Hohlseil, ELEKTROTECHNIK: eine hohle, aus zahlreichen nebeneinanderliegenden Flachdrähten bestehende blanke Leitung für elektrische Hochspannungsfreileitungen (über 100 000 Volt), meist aus Kupferbronze. Da der Stromtransport zwar vom Leitungsquerschnitt abhängig ist, bei zunehmender Spannung aber die Koronaverluste, die von der Krümmung der Oberfläche des Leiters abhängig sind, rasch zunehmen, gibt man Höchstspannungsfreileitungsseilen einen größeren Durchmesser, als es dem Querschnitt bei massiver Leitung entspricht, und fertigt sie zur Gewichts- und Rohstoffersparnis unter Beibehaltung des zur verlustarmen Fortleitung der Energie erforderlichen aktiven Leiterquerschnittes hohl an.

Hohlsteg, DRUCKTECHNIK: ein mit Hohlräumen versehener Bleikörper zum Ausfüllen größerer Satzstellen, die nicht mitdrucken sollen.

Hohlsteine, alle normalformatigen Glas-, Beton- und Ziegelhohlsteine sowie der Deckenhohlziegel (Deckensteine) mit eingearbeiteten Hohlräumen.

Hohlstoffe, 1) *Hohl- oder Schlauchgewebe*, die aus zwei übereinanderliegenden und nur an den Leisten verbundenen Gewebelagen bestehen, wie nahtlose Postsätze, endlos gewebte Filze, Schläuche, Döchte, Korsettbander, Wurstpellen. 2) *figurierte Gewebe in Warenwechseltechnik* für Gartentischdecken, Dekorationen und Damenkleider, bei denen die beiden Gewebelagen an den Musterkonturen verbunden sind, so daß, wie bei Clogé, Winterdrindstoff u. a., Hohl Taschen entstehen.

Hohlwelle, ein Antriebsselement bei vielen Arten neuzeitlicher elektr. → Lokomotiven für hohe Geschwindigkeiten (*Hohlwellenantrieb*). Die H. liegt zwischen den Rädern, umschließt die Kernachse des anzutreibenden Radsatzes mit so viel Spiel, daß diese ungehindert der Federung folgen kann, während die H. selbst ohne Spiel sich in einem Lager am Motorgehäuse dreht und von der Motorwelle mit einer Zahnradübersetzung angetrieben wird. Das Drehmoment wird von der H. auf die Achse des Treibrades mit verschiedenen nachgiebigen Mitteln, Federn, Gelenken oder Gummielementen, übertragen.

Holländer, eine Maschine in der Papier- und Pappenfabrikation, in der Zellstoff, Hadern, Holz-

Höllenmaschine – Holz

schliff und Altpapier zerkleinert, zu Brei gemahlen, gefärbt und gelemt werden.

Höllenmaschine, zu verbrecherischen Anschlüssen benutztes Sprenggerät, bei dem die Explosion durch ein einstellbares Uhrwerk ausgelöst wird.

Höllenstein, Silbernitrat, → Silber.

Hollerithmaschinen, → Lochkartenmaschinen.

Holm, 1) BAUTECHNIK: ein Balken, der auf den Enden einer Pfahlreihe liegt und mit den Pfählen verzapft ist; auch *Kappbaum* genannt.

2) beim FLUGZEUG ein Längsträger im Fachwerk eines Flügels oder Rumpfes; beim *Kastenholm* werden die Gurte durch die Flügelhaut gebildet.

Holmium, *Ho*, chem. Element, sehr seltenes Metall aus der Gruppe der → Lanthaniden; Ordnungszahl 67, Massenzahl 165. Atomgewicht 164,930, Schmelzpunkt, Siedepunkt und Dichte nicht genau bekannt; Reindarstellung sehr schwierig.

holokristallin heißt die Gesteinsstruktur, bei der alle Gemengteile vollkristallin ausgebildet sind. Bei *hypokristalliner* Struktur tritt dazu noch Gesteinsglas, bei *glasier* (*hyaliner*) Struktur nur Glas auf. Glasige Grundmasse mit Einsprenglingen wird *vitrophysische* Struktur genannt.

holonom, PHYSIK: Bedingungen, durch die die Bewegung eines mechan. Systems eingeschränkt wird, heißen *h.*, wenn sie sich als Gleichung zwischen den Koordinaten darstellen lassen. *Nichtholonom* sind z. B. die Bedingungen, durch die die Bewegung eines auf einer Fläche rollenden, scharfkantigen Rades oder eines Schlittschuhs eingeschränkt sind. Wenn in den *h.* oder nicht-*h.* Bedingungengleichungen die Zeit nicht explizit vorkommt, so heißen sie außerdem *skleronom* (*starr*), im anderen Fall *rheonom* (*fließend*).

Holozän, → Erdgeschichte.

Holz, organ. Baustoff von Pflanzen, insbes. durch sekundäres Dickenwachstum entstandenes hartes, meist abgestorbenes Pflanzengewebe.

ANATOMIE. Die Zellen des H. sind größtenteils langgestreckte, innen hohle Librifasern (bei den Nadelhölzern Tracheiden), die etwa parallel zur Stammachse liegen. Sie verlieren dem H. Festigkeit; die Tracheiden dienen außerdem der Wasserleitung. Bei den Laubhölzern wird das Wasser in weiten Gefäßen (Tracheen) geleitet, die bei großporigen Arten (Eiche, Esche, Nußbaum, Ulme) am *Hirnholz* (Querschnitt, Hirschnitt) als Poren, am *Längsschnitt* als Nadelstriche sichtbar sind. Die radial, von der Rinde ins Holz verlaufenden Markstrahlen dienen der Assimilatleitung, sie bestehen vorwiegend aus dünnwandigen Parenchymzellen. Man erkennt die Markstrahlen oft am parallel zu den Jahrringen geführten Tangentialschnitt als kleine Spindeln (z. B. bei Rotbuche) und am Radialschnitt als glänzende Streifen („Spiegel“ bei Eiche). Die *Jahrringe* entstehen durch periodisches Wachstum in Gebieten mit ausgeprägten Jahreszeiten, sie bestehen aus lockerem Frühholz und dichtem Spätholz; tropische Arten haben nur selten solche Wachstumsringe. Die jüngeren Jahrringe bilden das saftreiche *Splint-H.*, im Stamminneren ist der oft durch eingelagerte Gerb- und Farbstoffe dunkel gefärbte Kern, in dessen Zentrum sich die bis zu einigen mm dicke Markröhre befindet.

CHEMIE und FEINBAU. Die Elementarzusammensetzung ist für alle Arten sehr ähnlich: 50 % C, 43 % O, 6 % H, der Rest N und mineralische Elemente. An chem. Verbindungen enthält H. 40–50 % Zellulose, 20–30 % Lignin und 20–25 % Hemizellulosen (Holzpolyosen), ferner Harze, Fette, N-Verbindungen, Gerb-, Farb- und mineralische Stoffe. Die fadenförmigen Zellulosemoleküle sind etwa parallel zur Stammachse zu submikroskopischen Bündeln (Kristallite, Micelle) zusammengelagert, die das Bagerüst der Zellwände darstellen. Zwischen die Kristallite sind Lignin- und Hemizellulosesubstanzen eingebettet.

EIGENSCHAFTEN. Das spez. Gewicht der wasserfreien Zellwand ist 1,5 g/cm³ (Reinwichte); die Rohwichte des entwässerten H. ist wegen des Poren-

anteils niedriger und auch innerhalb eines Baumes stark schwankend (am leichtesten Balsa mit 0,13, Fichte 0,43, Kiefer 0,49, Eiche 0,65, Buche 0,68; am schwersten Pockholz 1,23). Die Rohwichte ist ein Gradmesser für alle wichtigen H.-Eigenschaften. Frisches H. enthält mindestens 30 % Wasser (bezogen auf das Gewicht wasserfreien H.), der Splint leichter H. oft über 100 %. Der Wassergehalt des H. steht mit der Luftfeuchtigkeit im „hygroskopischen Gleichgewicht“, er wird z. B. bei 20°C und 65 % relativer Luftfeuchtigkeit 12 %. Unter 30 % Wassergehalt (Fasersättigungsbereich) schwindet H. beim Trocknen und wird fester, es quillt bei Wasseraufnahme, und zwar in verschiedenen Richtungen unterschiedlich. H. zeichnet sich durch eine Reihe vorzüglicher Eigenschaften aus: Trockene Kiefer hat z. B. im Mittel in Faserrichtung eine Zugfestigkeit von 1040, Druckfestigkeit von 550, Biegefestigkeit 1000, Elastizitätsmodul 120000 kp/cm². Quer zur Faserrichtung sind Festigkeit und Elastizitätsmodul wesentlich niedriger. Die lineare Wärmeausdehnungszahl des H. ist parallel zur Faser 0,002–0,01 mm/m°C, senkrecht dazu 4–25mal so groß. Wärmeleitfähigkeit senkrecht zur Faser bei 12 % Wassergehalt von Balsa 0,054, von Kiefer 0,12 kcal/m h°C. Die akustischen Eigenschaften von H. sind unübertroffen. In trockenem Zustand ist H. ein elektrischer Isolator. Es ist leicht bearbeitbar, kommt in vielen Farben vor und erhält durch Anschnitt von Jahrringen, Markstrahlen und Gefäßen oft eine schöne Textur (Maserung, Zeichnung). Unterer Heizwert lufttrockenen H. 4000 kcal/kgp.

H.-SCHUTZ. Anhaltende Nässe mit Luftzutritt haben je nach Holzart früher oder später Fäulnis des H. infolge Pilzbefall zur Folge; der gefährlichste holzerstörende Pilz ist der Hausschwamm. Holzerstörende Insekten sind Termiten, Hausbock, Schiffsbohrwurm u. a. m. Holzschutz gegen Organismen durch Randschutz (Streichen, Spritzen, Tauchen) oder Vollschutz (Trogtränkung, Drucktränkung, Impfung) mit wasserlöslichen Arsen-, Fluor- und Schwermetallverbindungen, ferner mit Teeröl, Chlornaphthalin und Pentachlorphenol. Holzschutz gegen Feuer durch deckende Anstriche, die bei Hitze erstickende Gase bilden oder zu einer luftundurchlässigen Glasur schmelzen.

GEWINNUNG. Holzfällung mit Axt und Säge, Einteilung (Ausformung), Messung und Sortenbindung des gefällten H. nach der Holzmaßenweisung (Homa): Langnutz-H. (Stämme und Stangen) wird nach Festgewicht berechnet, Maßeinheit ist 1 Festmeter (fm) = 1 m³; Schichtnutz-H. wird aufgeschichtet und der Rauminhalt des H.-Stoßes (einschl. Hohlräume) in Raummeter (rm) oder Ster berechnet (1 rm = 1 Ster = 1 m³). Brennholzsortimente (Scheit-, Knüppel-, Stock-H., Reisig und Brennrinde) werden ebenfalls in Schichtmaßen aufgearbeitet. Sondersortimente sind Gruben-H. (zum Abstreifen im Bergbau), Zellstoff-H. (Faser-, Papier-H.) für die Zellstoff- und Holzschliffherstellung, Masten im Schiffsbau und als Träger von Freileitungen und Rappfpähle (dicke Stämme für Hafenbauten und Hochbaufundamente).

Schnittholzsortimente sind: die flächigen Bretter (10–40 mm dick) und Bohlen (über 40 mm), ferner Latten (18–40–40–60 mm Querschnitt), die Bauhölzer (Kantholz 6–10–18–18 cm² und Balken 8–20–20–26 cm²), die mit Nut und Feder versehen (gespundeten) 8–18 cm breiten Fußbodenbretter, nämlich Hobeldielen (gehobelt) und Raupspund (ungehobelt).

VERARBEITUNG und VERBRAUCH. Etwa 40 % des H. wird in Deutschland vom Baugewerbe für Dachstühle, Decken, Fußböden, Türen, Fenster, Treppen, Gerüste, Schal- und Vorhalthe-H. verbraucht. Weitere Großverbraucher sind Möbel-, Fahrzeug- und Packstoffindustrie (Kisten, Fässer, Schachteln); außerdem Zellstoff-H. (6 %) und Gruben-H. (6 %), Schwellen für den Bahnoberbau (2 %) und Masten (2 %). Der Verbrauch an Brenn-H. ist rückläufig (etwa 25 %). Holzverbrauch auf der Erde pro Kopf und Jahr etwa 1 fm, in Deutschland 0,7 fm.

VORKOMMEN. 50 % der produktiven Waldfläche der Erde ist tropischer Laubwald (davon die Hälfte in Südamerika), 34 % Nadelwald der gemäßigten Zonen und 16 % außertropischer Laubwald.

F. KOLLMANN: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, Bd. I (*1951), Bd. II (1955); **R. TRENDLENBURG:** Das H. als Rohstoff (*1955); **F. GEIGER:** Holzschutz (*1962); **H. GUTTMANN:** Die Weltwirtschaft und ihre Rohstoffe (1956); Zeitschrift: Holz als Roh- u. Werkstoffe (seit 1937).

Holzbau. Die älteste europ. Form ist der *Pfostenbau* aus eingerammten dünnen Rundhölzern mit lehmumhülltem Flechtwerk aus Zweigen und Ruten als Wandfüllung; er ist als Vorstufe des *Fachwerks* anzusehen. Ihm folgt der *Blockbau* aus waagrecht aufeinandergelegten Rundhölzern und der *Bohlenbau* aus senkrecht stehenden halbierten Stämmen und später aus bearbeiteten dicken Brettern.

Größte Bedeutung und Verbreitung hat das → Fachwerk aus Holz gewonnen, bes. in Dtl., den Niederlanden, Belgien und England.

Der *Ingenieur-H.* entwickelte neuere Verfahren (*Dibel-H.*, *Nagel-H.*, *Leim-H.*).

R. v. HALASZ: H.-Taschenbuch (*1957).

Holzdestillation, die → Holzverkohlung.

Holzzessig, durch trockene Destillation des Holzes gewonnener Essig, enthält neben Essigsäure Methylalkohol, Azeton, Furfurol, Phenole; wirkt keimtötend, dient zur Herstellung reiner Essigsäure und Holzgeist; ist roh nicht genießbar.

Holzfärbung, im Gegensatz zum oberflächlichen Beizen von Holz eine durchgehende Färbung. Zuerst wird die Luft aus dem Holz herausgesaugt und dann der Farbstoff eingedrückt. Die Erzielung bunter Farböne ist nur bei hellen Hölzern möglich, weil Eigenfarben des Holzes Fehlfärbungen verursachen würden. In größerem Umfang werden nur Schwarz- und Graufärbung durchgeführt; schwarzgefärbte Furniere und Bretter verarbeiten die Möbel-, Musikinstrumenten-, Parkett- und Zeichenutensilien-Industrien; graue Furniere verwendet man im Innenausbau und graue Bretter vornehmlich in der Parkettindustrie.

Holzfaserplatten werden aus minderwertigem Faserholz, Holzabfällen, oft auch unter Zusatz anderer pflanzl. Faserstoffe mit oder ohne Bindemittel (Phenol- und Kresolfomaldehydkondensate) nach den Grundverfahren der Papierherstellung (→ Papier) hergestellt. Die Faser soll aber noch erhalten bleiben. Werden die Platten ohne Druck getrocknet, erhält man poröse *Isolier-* oder *Dämmplatten* zur Wärme- und Schallsolisierung mit einem Raumgewicht von etwa 250 bis 500 kg/m³. Beim Trocknen unter Druck entstehen *Hardplatten* mit einem Raumgewicht von 850–1100 kg/m³. Sie werden als Außen- und Innenverkleidung, Fußbodenbelag, im Möbel- und Fahrzeugbau usw. verwendet.

Holzgeist, roher Methylalkohol, vermischt mit Azeton, Methylazetat u. dgl., wird aus Holzessig durch gewöhnliche oder aus Melasseschlampe durch trockene Destillation gewonnen. Die gereinigt farblose, schwach alkoholisch riechende Flüssigkeit (Siedepunkt 67°C, Dichte 0,796) dient zum Vergällen des Spiritus, zur Herstellung von Firnissen und reinem Methylalkohol.

Holzhaus, wird bei der *Fachwerkbauweise* aus einem Gerüst aus Stielen und Riegeln gebildet, dessen Felder ausgemauert oder von außen und innen verschalt und mit Platten u. dgl. bekleidet werden. Bei der *Tafel-* oder *Plattenbauweise* werden die Decken, Wände, Fußböden usw. aus einzelnen Tafeln zusammengesetzt, die in der Fabrik fertig hergestellt werden. Bei der *Blockbauweise* besteht das Haus aus vollen, waagrecht aufeinander geschichteten Blockbohlen, die durch Nut und Feder miteinander verbunden sind und deren Ecken durch Überschneidungen zusammengehalten werden.

Holz kitt, ein Kitt zum Ausfüllen von Sprüngen und Vertiefungen auf Holzgegenständen vor dem Anstreichen oder Polieren; besteht aus Harzseifen und Leinöl, die mit Kalk, Kreide oder Ton gemischt

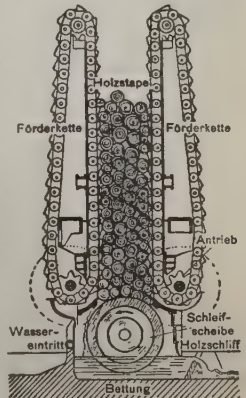
sind. Das pastenartige *plastische Holz* besteht aus Holzmehl mit Bindemitteln (meist Zellulose-Estern).

Holzkohle, Kohle, die aus dem Zellstoff des Holzes durch eine langsame Verbrennung bei beschränktem Luftzutritt gewonnen wird, seit alters durch Köhlerei. H. ist sehr durchlässig und hat eine große Oberfläche; Verwendung wegen ihrer Saugfähigkeit in der chem. Technik als Reinigungsmittel von Flüssigkeiten und Gasen, in der Heilkunde gegen Vergiftungen, ferner als Entfärbungsmittel, zur Bereitung von Schweißpulver, zum Heizen, Zeichnen u. a.

Holzöl, → Tüngöl.

Holzschleifmaschine, eine Maschine zum Glätten von Bauteilen aus Holz mittels einer mit Schleifpapier bespannten umlaufenden Trommel (*Trommel-Schleifmaschine*) oder Scheibe (*Scheiben-Schleifmaschine*) oder eines aus Schleifleinen bestehenden umlaufenden Bandes (*Band-Schleifmaschine*).

Holzschliff, durch Zerschleifen von Holz gewonnener Faserstoff. – Kurze entrindete Holzrollen oder -scheiter werden in Schleifmaschinen (Schleifern) durch Schleifsteine unter Wasserzusatz zu Faserbruchstücken und größeren Holzpartikeln zermahlen. Der anfallende Faserbrei wird in Spliterfängern von groben Stücken befreit und auf Entwässerungsmaschinen pappenförmig ausgearbeitet; der so erzeugte *Weißschliff* wird unter Zusatz von Zellstoff zu Druckpapieren verarbeitet.



Holzschliff: Aufbau eines Vertikalschleifers

Wird das Holz vor dem Schleifen gedämpft, wobei es braun und weich wird, erhält man *Braunschliff*, der zu Pappe und Packpapier verarbeitet wird.

Holzschnitt, ältestes Illustrationsverfahren, bei dem von Hand aus einer ebenen Holzplatte alle nicht druckenden Teile herausgeschnitten werden, so daß die Zeichnung erhaben stehenbleibt. Der Druckstock wird dann eingefärbt und ein Abdruck auf Papier gemacht. Dem Originalholzschnitt liegt eine Handzeichnung des Künstlers zugrunde.

Holzspanplatte, ein Holzwerkstoff aus verklebten oder mit einem Kunstharz-Bindemittel unter Druck und Wärme verbundenen Holzspänen. Die Späne werden aus schwachem Rundholz oder grobstückigen Holzabfällen erzeugt; Säge- und Hobel-späne sind weniger geeignet. Verwendung als *Möbelbauplatte*, wie die *Tischlerplatte* (→ Sperrholz), und als *Bauplatte* im Innenausbau.

Holzspanwerkstoff, aus Holzspänen mit einem Bindemittel hergestellte Werkstoffe: → Leichtbauplatten, → Holzspanplatten und Holzspanformlinge. Letztere sind z.B. aus einem Gemisch von Holzspänen und Kunstharzleim hergestellte Kisten oder Holzspanmassen, z.B. Steinholz.

Holzteer, schwarze, ölige, scharf riechende Flüssigkeit, die bei der trockenen Destillation von Holz gewonnen wird; enthält Benzol, Naphthalin, Phenole, Kresol u. a. H. wird nur noch selten verwendet, z.B. als Mittel gegen Hautleiden, zum Tränken von Holz und Schiffstauen gegen Fäulnis.

Holzverbindungen, die Zusammenfügung von Hölzern im Zimmermannsbau, Ingenieurholzbau und in der Schreinerei durch Formung der Berührungsflächen oder besondere Befestigungsmittel oder durch beides zusammen.

ZIMMERMANNSBAU: 1) Verbindung sich kreuzender Hölzer (*Winkelverbände*): Überblattungen und

Holzverkohlung – honen

Verzapfungen bei Hölzern, deren Oberflächen in einer Ebene liegen; Verkämmungen, Verdübelungen, Verklauungen bei Hölzern, deren Oberflächen nicht in einer Ebene liegen. Bei gezinkten H. greifen schwabenschwanzförmige Zinken der zu verbindenden Teile ineinander. 2) Verbindungen zur Verlängerung von Hölzern (*Längsverbände*): Liegende Hölzer werden stumpf aneinandergestoßen und mit Eisenschienen oder Klammern verbunden oder an den Enden grade, schräg oder auf Gehrung überblattet oder durch Hakenblatt mit Verkeilung verbunden. Stehende Hölzer werden durch Pfropfung verbunden. Die zu pfropfenden Rundhölzer werden stumpf aufeinander gesetzt und mit Dübel, Band-eisen oder eisernen Schuhen verbunden; stehende Kanthölzer werden wie die liegenden durch Überblattung verbunden. 3) Holzverstärkungen (*Querschnittverbände*) werden ausgeführt, indem man Kanthölzer übereinanderlegt und durch Dübel, Verzahnung oder Verbolzung miteinander verbindet. 4) Bei den Verbindungen zur Herstellung größerer Flächen (*Breitenverbände*) für Verschalungen oder Fußböden werden waagrecht liegende Bretter oder Bohlen durch Stoß verbunden, stumpf gestoßen, gespundet, gefälzt oder gefedert; senkrechte Verschalungen mit waagerechten Fugen werden gespundet



Holzverbindungen

oder gefälzt; Verschalungen mit senkrechten Fugen werden gespundet, gefälzt, gefedert oder gedübelt und oft mit Fugendeckleisten versehen.

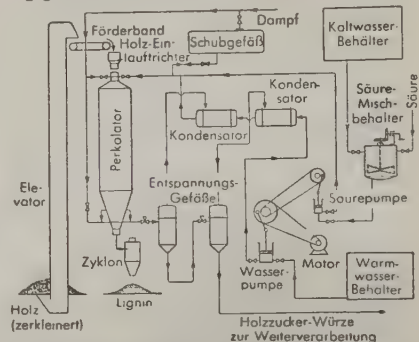
Beim INGENIEURHOLZBAU müssen alle Glieder statisch berechnet werden. Die H. werden durch Dübel, Bolzen, Nagelung hergestellt (→ Holzbau). Durch die Fortschritte der Kunstharzchemie gewinnt der *Leimbau* zunehmend an Bedeutung.

R. v. HALASZ: Holzbau-Taschenbuch (1957); F. FONROBERT: Grundzüge des Holzbau im Hochbau (1960).

Holzverkohlung, Holzdestillation, trockene Destillation des Holzes. Aus dem Holz werden durch Erhitzung auf 200–400°C die flüchtigen Stoffe ausgetrieben, bis die → Holzkohle zurückbleibt. Durchführung früher durch → Köhlerei, heute in Retorten, wobei auch die flüchtigen Bestandteile als → Holzessig und → Holzteer gewonnen werden.

Holzverzuckerung, die Überführung der Zellulose des Holzes in Traubenzucker durch Hydrolyse mit Mineralsäuren. Rohstoff ist Nadelholzabfall (Fichte). Nach dem *Bergius-Verfahren* wird das trockene Rohmaterial auf etwa Erbsengröße zerkleinert und in Reaktionsgefäßen (Diffuseuren) nach dem Gegenstromprinzip mit höchstkonzentrierter Salzsäure (41%ig) behandelt. Nach etwa 40 Stunden wird die Salzsäure im Vakuum verdampft und die anfallende etwa 15%ige Zuckerwürze entweder direkt auf kristallinen Traubenzucker verarbeitet oder auf Äthylalkohol vergoren, wobei noch Hefe anfällt. Nach dem *Scholler-Verfahren* wird das zerkleinerte

Rohmaterial auf über 150°C aufgeheizt und schubweise heiße verdünnte Schwefelsäure (etwa 0,4%ig) zugegeben. Nach etwa 10 Stunden wird die saure



Holzverzuckerung: Schema einer Scholler-Anlage (nach Winnacker-Weingartner, Chem. Technologie) 5%ige Zuckerwürze mit Kalkstein neutralisiert und auf Alkohol vergoren.

Holzwohle, 1–4 mm breite und 0,03–0,4 mm dicke lange Holzspäne, die auf der H.-Maschine von einer Holzrolle abgeschält werden.

Holzwohleplatte, eine Leichtbauplatte aus → Holzwohle, die mit Magnesit, Zement oder Gips gebunden ist. Gute Wärme- und Schallsolation.

homogen, gleichartig. 1) MATHEMATIK: Eine *h.* Funktion der Dimension *n* ist eine von mehreren Variablen abhängige Funktion, die, falls jede der Variablen mit *t* multipliziert wird, im ganzen den Faktor *tⁿ* aufnimmt. Wenn die *h.* Funktion ein Polynom ist, nennt man sie *h. Form*.

2) PHYSIK und CHEMIE: Ein Körper heißt *h.*, wenn er makroskopisch, d. h., abgesehen von seinem molekularen Aufbau, an allen Stellen gleich beschaffen ist; ein Feld heißt *h.*, wenn die Feldstärke in allen seinen Punkten gleiche Richtung und Größe hat (Gegensatz: *inhomogen*). Ein System heißt *h.*, wenn es in allen Teilen entweder nur fest oder nur flüssig oder nur gasförmig ist (Gegensatz: *heterogen*).

homogenisieren, 1) an sich nicht mischbare Flüssigkeiten zu einer stabilen Emulsion vermengen. In einer *Homogenisiermaschine* wird das grob vor-suspendierte Gemisch mit einer Pumpe durch einen Spalt von 1/1000 bis 1/1000 mm Weite gepresst, wodurch Flüssigkeitsteilen von 1/1000 mm ø entstehen.

2) Wärmebehandlung von metallischen Werkstoffen, die ein gleichmäßiges Gefüge herstellen soll.

homolog, 1) CHEMIE: *h. Verbindungen* unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung nur durch den Mehrgehalt bestimmter Gruppen, meist die Gruppe CH₂ oder ein Vielfaches derselben; Beispiel: Paraffinkohlenwasserstoffe der Formel C_nH_{2n+2}.

2) GEOMETRIE: *h.* heißen gleichliche oder entsprechende Stücke in kongruenten oder ähnl. Figuren.

Homomorphismus, → Gruppe.

homöomorph heißen zwei Punkt-mengen, die sich topologisch aufeinander abbilden lassen (→ Topologie).

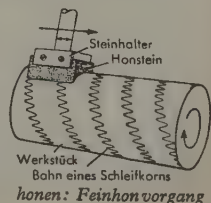
Honan, handgewebte chines. Bastseide aus der ungleichmäßigen Tussahgrße in Taftbindung.

honen, ziehschleifen,

FERTIGUNGSTECHNIK:

ein Verfahren der spanenden Formung zum Bearbeiten von Bohrungen durch Innen-H. und von Rotationskörpern durch Außen-H. mit dem

Honwerkzeug (Honkopf, Honahug).



Zum Innen-H. dient ein zylindrischer oder kegelförmiger Körper, auf dessen Umfang mehrere radial verschiebbare Steinträger mit länglichen aufgekitteten Schleifsteinen angeordnet sind. Das Werkzeug zum Außenhören umfaßt das Werkstück konzentrisch von außen. Die *Honmaschine* erteilt dem Honwerkzeug eine drehende und gleichzeitig eine hin- und hergehende Bewegung.

Beim H. entstehen auf der bearbeiteten Fläche gekreuzte Schraubenlinien; hierdurch wird sowohl eine große Werkstoffabnahme als auch eine hohe Oberflächengüte möglich. Beim Arbeiten wird reichlich Flüssigkeit, meist synthet. dünnflüssiges Öl zum Kühlen und Wegspülen der feinen Späne (Schleifschlamm) und der ausbrechenden Körner zugeführt. – Das *Schlicht-H.* und *Polier-H.* dient zur Erzielung hoher Maßhaltigkeit und Oberflächengüte, z. B. bei Motorzylindern. Höchste Maßhaltigkeit und Oberflächengüte wird mit dem *Fein-H.* (*Feinziehschleifen*, *Superfinish*, *Schwingschleifen*) erreicht. Hierbei führt das Werkzeug zusätzliche Schwingungen mit einer Frequenz von etwa 10–30 Hz aus.

Horchgerät, Richtungshörer, die Fluggeräusche verstärkendes Gerät zum Auffinden feindl. Flugzeuge bei Nacht und zum Einsteuern der Scheinwerfer, in einfachster Form 4 symmetrisch zu einer Achse angeordnete Trichter. Die Richtungsempfindlichkeit wird durch Vergrößerung des Abstandes der Schalltrichter und damit der Phasendifferenz der Schallwellen erhöht.

Horde, rechteckiger Behälter mit durchbrochenem Boden zum Lagern oder Dörren von Obst, Gemüse u. a. *Hordendarre*, *Hordentrockner*, eine Darre mit siebartigen, von unten beheizten Tragböden zum Trocknen von Malz, Gemüse, Pilzen u. dgl.

hören, die Aufnahme von Schallwellen, Signalen, durch das Ohr. Der *Hörbereich* des menschl. Ohres umfaßt die Schallschwingungen von etwa 16 Hz (darunter *Infraschall*) bis etwa 16 kHz (darüber *Ultraschall*). Die größte Empfindlichkeit liegt zwischen 1000 und 4000 Hz. Die *Hörschwelle* eines Tones von 2000 Hz, bei der die Hörempfindung einsetzt, liegt bei 0,0002 µb. Wird bei 2000 Hz der Schalldruck größer als 100 µb, empfindet man nur noch Schmerz, die *Schmerzschwelle* wird überschritten. Die Zeit, die ein Ton auf das Ohr wirken muß, um die Tonhöhe zu erfassen, liegt zwischen $2 \cdot 10^{-3}$ und $2 \cdot 10^{-2}$ s, es genügen also etwa 1 bis 20 Schwingungen.

O. F. RANKE u. H. LULLIES: Gehör – Stimme – Sprache (1953).

Hörgerät, Hörapparat, Hörhilfe, Einrichtung zur Verbesserung des Hörens für Schwerhörige. Die veralteten akustischen H. (*Hörrohre*) fangen mit ihrer weiten, trichterförm. Öffnung den Schall auf und leiten ihn über ein Rohr oder einen Schlauch an das Ohr des Schwerhörigen. Die *einfachen elektroakustischen H.* bestehen aus dem Aufnahmemikrophon, das durch eine Batterie als Stromquelle gespeist wird, und einem winzigen, in demselben Stromkreis befindlichen Telephonhörer, der direkt

in das Ohr eingesteckt oder hinter der Ohrmuschel gegen den Knochen gedrückt wird. Bei *elektroakustischen H.* wird der vom Mikrophon aufgenommene Schall nach Verstärkung in einem Miniaturröhren- oder Transistorverstärker dem Einstechhörer zugeführt. Mikrophon, Verstärker und Hörstück sind oft in einem Brillenbügel zusammengefaßt (*Hörbrille*).

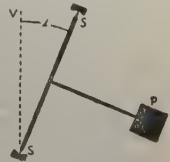
Horizont, 1) Gesichtskreis, Kimm, der Kreis, der einen ebenen Teil der Erdoberfläche von dem Himmelsgewölbe darüber abzugrenzen scheint und in dessen Mittelpunkt sich der Beobachter befindet. Dieser *scheinbare H.* schließt die *Horizontalebene* ab und teilt die Himmelskugel in zwei Hälften. Wegen der atmosphär. Strahlenbrechung kann der Beobachter etwas mehr als eine Himmelskugel überblicken. Der dabei entstehende *natürliche H.* liegt also unterhalb des scheinbaren H. (*Kimmtiefe*). Die Aussichtswelten sind 27 km bei 50 m, 38 km bei 100 m und 120 km bei 1000 m Erhebung über die Erde. Der *wahre oder geozentrische H.* wird durch eine Ebene definiert, die parallel zum scheinbaren H. durch den Erdmittelpunkt geht, also um den Erdradius gegen diesen verschoben ist. Entfernte Gestirne, z. B. Fixsterne, erscheinen von beiden H. aus in gleicher Höhe. Bei den näheren Körpern des Planetensystems unterscheiden sich die Höhen über beiden H. dagegen um den Betrag ihrer $\rightarrow$ Parallaxe. *Künstlicher H.* ist eine horizontale, spiegelnde Fläche, die am besten durch eine Schale mit Quecksilber hergestellt werden kann.

2) GEOLOGIE: stratigraph. Begriff für ein durch bestimmte Eigenschaften, insbes. Fossilführung, in einer größeren Schichtfolge auffallendes, meist geringmächtiges Schichtpaket.

Horizontalintensität, $\rightarrow$ Erdmagnetismus.

Horizontalpendel

schwingt – in einer nahezu waagerechten Ebene um eine gegen die Senkrechte nur wenig geneigte Drehungsachse. Verwendung zur Beobachtung v. Lotabweichungen und als Seismometer.



Horizontalpendel:
P Pendelmasse, SV
Senkrechte, i Neigung
der Drehachse.

Hormone, von Zellen, Geweben oder innersekretor. Drüsen abgesonderte Stoffe, die in sehr spezif. Weise bestimmte Körpersysteme und deren Funktionen anregen, steigern, beeinflussen oder hemmen. Die H.-Wirkungen beruhen offenbar auf überaus fein abgestimmten Affinitäten spezif. Organ-eiweiße, wie sie ähnlich bei den $\rightarrow$ Enzymen auftreten. Die Regulation der Zellfunktionen durch H. ist mit der Regulation der Organe durch das Nervensystem zu vergleichen, sie wird als ein „Stoffwechsel höherer Ordnung“ bezeichnet. Der Ausfall eines H., etwa im Zuge einer krankhaft veränderten, hormonliefernden Drüse, kann daher wegen des Zusammenspiels aller H. für die Erhaltung des Gleichgewichtes der Körperfunktionen zu schweren Ausfalls- und Störungerscheinungen führen.

Unter den H. kommen Phenolderivate, Steroide und Eiweißkörper vor. Im Sinne ihrer Eigenschaft als Zellwirkstoffe werden sie als *Ergozyme* oder *Ergine* mit den Vitaminen und Enzymen zusammengefaßt. Die wichtigsten H., geordnet nach ihrem Vorkommen, sind:

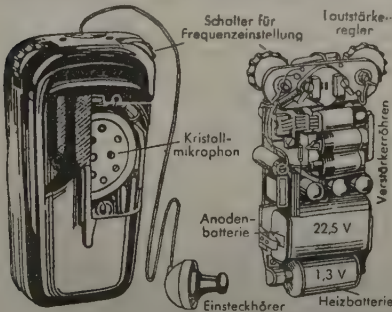
SCHILDRÜSE: jodhaltiges *Thyroxin* mit seiner Vorstufe, dem *Dijodtyrosin* (Jodgorgosäure) und seinem an spezif. Eiweiß gebundenen Komplex, dem *Thyreoglobulin*.

NEBENSCHILDRÜSEN, Epithelkörperchen: *Parath.*, vermutlich den Proteinen nahestehend, reguliert den Kalzium- und Phosphatspiegel des Blutes.

THYMUSDRÜSE: noch unbekanntes und umstrittenes H., zur Regelung des Wachstums.

HODEN und EIERSTÖCKE: die $\rightarrow$ Sexualhormone, chemisch den *Sterinen* nahestehende *Steroide*, die die Geschlechtsfunktionen beeinflussen.

NEBENNIREN: H. der Nebennierenrinde: *Aldo-*



Hörapparat: links Vorderansicht (teilweise aufgeschnitten), rechts Rückseite (Gehäuse abgenommen).

steron, Desoxycorticosteron, Corticosteron, 17-Oxycorticosteron, 17-Oxydehydrocorticosteron (Cortison), Dehydrocorticosteron u.a.; chemisch Zusammensetzungen von Steroiden, also den Geschlechts-H. verwandt, regeln u.a. den Kohlenhydrat- und Mineralstoffwechsel.

H. des Nebennierenmarks: *Adrenalin*, *Arterenol* (Nor-Adrenalin), regeln den Kohlenhydratstoffwechsel und den Kreislauf; gleichzeitig Wirkstoffe des sympathischen Nervensystems.

LANGERHANSSCHE INSELN der Bauchspeicheldrüse: *Insulin*, reguliert den Zuckerstoffwechsel.

HIRNANHANGDRÜSE (Hypophyse): H. des Vorderlappens: *Adrenocorticotropes H.* (ACTH, *Corticotropin*), reguliert die Tätigkeit der Nebennierenrinde, auch als *adrenotropes H.* bezeichnet; *Follikelhreifungs-H.* (Prolan a) mit dem *Luteinisierungs-H.* (Prolan b), das die Bildung und Tätigkeit der Gelbkörper reguliert, als *gonadotrope H.* bezeichnet wegen ihrer übergeordneten Funktion für das Wirken der Sexual-H. bei beiden Geschlechtern; *Laktations-H.* (Prolactin), reguliert die Milchbildung der Brustdrüse; *Wachstums-H.* (*Somatotropin*), reguliert den Eiweiß- und Kohlenhydratstoffwechsel; *thyreotropes H.* (*Thyreotropin*), ein Polypeptid, reguliert die Funktionen der Schilddrüse. – H. des Hinterlappens: *Antidiuretisches H.* (*Adiuretin*), regelt den Wasserhaushalt durch Hemmen der Wasserausscheidung mit dem Harn; *Vasopressin*, bewirkt eine Steigerung des Blutdruckes; *Oxytocin*, bewirkt eine Anregung der Uterusmuskulatur zur Kontraktion.

Die *Gewebs-H.* wirken unmittelbar am Ort der Ausscheidung und kommen in vielen Geweben vor.

Auch bei niederen Tieren ist die Regulierung ihrer Lebensabläufe durch H. festgestellt worden; so treten Farbwechsel, Verpuppung und Häutung bei Insekten nur dann ein, wenn in einer bestimmten Entwicklungsperiode entsprechend H. abgesondert werden. Das Häutungs-H. *Ecdyson* konnte bereits kristallisiert erhalten werden.

Ferner → Pflanzenhormone.

R. ABDERHALDEN: Die H. (1952); R. AMMON u. W. DIRSCHERL (Hg.): Fermente, H., Vitamine, II (1960).

Horn, von den Oberhautzellen gebildeter harter Eiweißstoff, der hauptsächlich aus dem stark schwerfälligen *Keratin* besteht. H. ist zäh und elastisch; es läßt sich spannbildend bearbeiten und im erwärmten Zustand verformen. Verwendung zur Herstellung von Knöpfen, Kämmen, Griffen u. dgl.

Hornblende, → Amphibole.

Hörnerblitzableiter, eine Vorrichtung an Starkstromüberlandleitungen, Hochspannungsschaltern, elektr. Bahnen u. dgl. zum Schutz gegen Blitzschläge und gefährliche Überspannungen. Der H. besteht aus zwei hörnerförm. Kupferbügeln, die auf Isolatoren befestigt sind. Das eine Horn ist mit der Leitung, das andere über einen induktionsfreien Dämpfungswiderstand mit der Erde (Schiene) verbunden. Bei Überspannung bildet sich an der engsten Stelle ein Lichtbogen, durch den die Überspannungsenergie abgeleitet wird. Der durch die erwärmte Luft aufwärts getriebene Lichtbogen ist nach Ableitung der Überspannung für die normale Spannung zu lang und reißt ab.

Hornfels, graues bis dunkelbraunes, feinkörniges, hartes, kontaktmetamorphes Gestein mit beträchtlichem Kieselsäuregehalt.

Hornstrahler, Antennenform der → Höchsthochfrequenztechnik.

Horst, GEOLOGIE: eine räumlich begrenzte Scholle, deren Schichtverband nach allen umgebenden Seiten hin abgebrochen und auf diesen abgesunken ist.

Hub, bei Verbrennungsmotoren, Dampfmaschinen usw. der Weg, den der Kolben während eines Hin- oder Herganges zurücklegt. *Hubzähler* sind Zählwerke zur Ermittlung der Gesamtzahl hin- und hergehender Bewegungen. *Hubraum*, der vom Kolben einer Verbrennungskraftmaschine bei einem

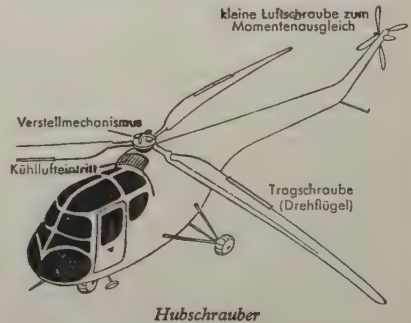
Hub verdrängte Raum. Die Hubraumleistung ist die Leistung eines Motors, dividiert durch den meist in Litern gemessenen H.-Raum. Analog ist das Hubraumgewicht das Motorgewicht, dividiert durch den H.-Raum.

Hubble-Effekt, die von E. HUBBLE (1889–1953) entdeckte Rotverschiebung der Spektrallinien von weit entfernten Spiralnebeln, deren Betrag der Entfernung des Nebels proportional ist; der darin auftretende Proportionalitätsfaktor ist die *Hubble-Konstante* $a = 0,8 \cdot 10^{-17} \text{ s}^{-1}$. Die meisten Physiker sehen den H. als einen → Doppler-Effekt und somit als Ausdruck einer radial gerichteten „Fluchtbewegung“ der Nebel an. → Kosmologie.

Hubinsel, eine Plattform (meist aus Stahl), deren Höhenlage verändert werden kann, indem sie an Stützpfehlen auf- und abgleitet. H. werden z. B. verwendet als Zwischenpfeiler bei der Montage von Brücken im Meer.

Hubkarren, Hand- oder Elektrokarren mit mechanisch oder hydraulisch heb- und senkbarem Lastträger zum Unterfahren und Aufnehmen von Ladegut oder von auf Blöcken liegenden Stücken. Ein *Hubwagen* fährt auf vier, ein *Hubrollator* auf drei Rädern.

Hubschrauber, *Helikopter*, ein Drehflügelflugzeug, das seinen Auf- und Vortrieb durch eine oder mehrere Hubschrauben gewinnt, senkrecht starten



Hubschrauber

und landen kann und im Gegensatz zum *Tragschrauber* (*Autogiro*) zum Vorwärtsflug keine Treibschraube benötigt. Eine *Hubschraube* (*Rotor*) hat 2 oder 3 schmale Flügelblätter, die gelenkig in einer Nabe gelagert sind. Sie läuft um eine senkrechte oder nahezu senkrechte Achse mit mäßiger Drehzahl um, wobei an den Schraubenblättern Auftrieb und Widerstand erzeugt wird. Laufen die Flügelblätter mit gleichbleibendem Anstellwinkel um eine senkrechte Achse um, entsteht nur eine Kraft senkrecht nach oben, aber keine Kraftkomponente in waagerechter Richtung. Ein H. kann daher je nach Größe des erzeugten Auftriebes auf der Stelle schweben, senkrecht steigen oder sinken. Zum Waagerechtfly muß auch in Flugrichtung eine Komponente des Auftriebes erzeugt werden, meist durch zyklische Verstellung des Anstellwinkels der Schraubenblätter in dem Sinne, daß auf der hinteren Schraubenkreishälfte ein höherer Auftrieb entsteht als auf der vorderen. Die Hubschraube neigt sich dadurch nach vorn. Beim Vorwärtsflug des H. entsteht auf der Schraubenkreishälfte, in der die Flügelblätter sich gegen den Flugwind drehen, ein höherer Auftrieb als auf der anderen Seite; dieser Unterschied wird durch eine selbsttätige Schlagbewegung der in gewissen Grenzen nach oben und unten bewegl. Flügelblätter ausgeglichen.

Die Hubschrauben sind aus Stabilitätsgründen über dem Rumpf angeordnet. Leitwerke am Rumpf fehlen meist ganz. Zum Hubschraubenantrieb dient ein im Rumpf untergebrachter Motor oder eine Gasturbine über eine ausrückbare Kupplung, damit bei Triebwerksausfall der H. mit noch rotierender Luftschraube landen kann. Außerdem ist



Hörnerblitzableiter

auch Hubschraubenantrieb durch Staustrahltriebwerke ($\rightarrow$ Strahltriebwerk), Raketen oder Druckluftdüsen an den Flügelblättern möglich. Beim *einrotorigen H.* werden alle Bewegungen, bis auf die um die Hochachse, ohne besondere Leitwerke nur durch zyklische Verstellung der Schraubenblätter während jedes Umlaufes hervorgerufen. Beim *mehrrotorigen H.*, z. B. mit 2 tandemartig hintereinander oder 2 nebeneinander angeordneten gegenläufigen Hubschrauben, ist die Steuerung insofern anders, als sich Bewegungen um die Quer- oder Längsachse durch Änderung des Gesamtauftriebes einer der Hubschrauben unter Verzicht auf zyklische Schraubenblattverstellung hervorbringen lassen. Die Rotation einer Hubschraube (außer Düsenhubschrauben) ruft ein Gegendrehmoment hervor, das bei einrotorigen H. durch eine Heckschraube, bei zweirotorigen durch die Gegenläufigkeit der Rotoren ausgeglichen wird.

Humus, Zersetzungsprodukt pflanzlicher Stoffe im $\rightarrow$ Boden.

Hund, 1.) ASTRONOMIE: Name zweier Sternbilder. Der *Große H.* steht etwas südl. vom Äquator, der *Kleine H.* etwas nördl. von ihm. Im Großen H. befindet sich der hellste aller Fixsterne, der *Hundstern, Sirius*.

2.) BERGBAU: *H., Hunt*, ein Förderwagen bis zu 1000 l Inhalt zum Befördern der gewonnenen Massen.

Hunsrückschiefer, weitausgedehnte, mächtige Tonchiefermasse

im Unterdevon des Rheinischen Schiefergebirges.

Hupe, Warnhorn der Kraftfahrzeuge. Bei der *elektrischen H.* (*Horn, Bosch-Horn*) befindet sich vor den Polen eines Elektromagneten eine fest eingespannte Membran. Beim *Aufschlaghorn* setzt die Membran durch einen Unterbrecher einen Schwingsteller in kräftige Schwingungen; beim *elektropneumat. Horn* versetzt die Membran (ohne Schwingsteller) eine auf sie abgestimmte Luftsäule in Schwingungen.

Hut, Kopfbedeckung. HERSTELLUNG: *Filz-H.* werden als *Haar-H.* aus Hasen-, Kaninchen- und Biberhaaren, als *Woll-H.* aus feinen Schafwollen unter Zusatz von Kämmlingen hergestellt. Aus der gereinigten Haarmischung und aus den aufgelösten Faserflocken entsteht zunächst eine glockenförmige *Fache*. Diese wird von Hand vorgefellt und dann auf Spezialmaschinen unter heißem Wasserdampf durch Stoßen, Schlagen und Recken zu einem *Stumpfen* verdichtet. Nach dem Färben und Appretieren werden die Stumpfen heiß auf Form gezogen (*Capeline*). Nunmehr folgt die Oberflächenbearbeitung (Rauhaar-, glatter oder Velourhut). *Steif-H.* werden mit Schellack appretiert und mit Glaspapier abgeschliffen. - *Stroh-H.* bestehen aus hand- oder maschinengeflochtenen Borten oder Stumpfen oder aus mattenartig gewebten Stoffen. Wichtigste Materialien: Weizenstrohhalm, Weiden- und Raffiabast, Sisalhant, gebleichte Palmblatfasern (Panama), Viskosebändchen, zelluloidiertes Papier sowie Zellglas-Verbundstoffe (Pedaline, Neora, Racello u.a.).

Hütte, *Hüttenwerk*, industrielle Anlage zur Gewinnung und teilweisen Weiterverarbeitung der nutzbaren Metalle, auch zur Herstellung keram. Produkte (*Eisen-, Blei-, Kupfer-, Glas-, Ziegel-H.*).

Hüttenbims, *Thermosil*, durch Dampf geschäumte Hochofenschlacke, chemisch ein Kalk-

Tonerde-Silikat mit wechselndem Gehalt an Magnesia, Eisenoxid u. a. Raumgewicht 450-650 kg/m³. H. wird als Leichtzuschlag für $\rightarrow$ Beton, als Deckenfüllstoff zur Verbesserung der Wärmedämmung und als Zuschlag für Stahlbeton verwandt.

Hüttensteine, früher *Hochofenschlackensteine*, werden aus gekörnter Hochofenschlacke, mit Kalk, Schlackemehl oder Zement gemischt, als Vollsteine hergestellt und beim Bauen verwendet.

Huygens, Christiaan, niederl. Physiker, *1629, † 1695, wirkte u. a. an der Pariser Akademie der Wissenschaften, erkannte den Ring des Saturn, konstruierte die Pendeluhr (1656), stellte die Gesetze des Stoßes und der Zentralbewegung und die Theorie des physikalischen Pendels auf, erfand die Unruh für Taschenuhren (1675), entwickelte die Wellentheorie des Lichts (1678) und erklärte damit die Doppelbrechung und verbesserte das Fernrohr (*H.sches Okular*).

J. BOSSCHA: Chr. H. (1895).

Huygensches Prinzip, ein Satz der Wellenlehre, speziell der theoret. Optik, nach dem in einem isotropen Medium jeder Punkt einer Wellenfront

als Ursprung einer kugelförmigen Elementarwelle aufgefaßt werden kann. Nach dem H. P. kann man, ausgehend von einer gegebenen Wellenfront, durch geometr. Konstruktion eine benachbarte Front finden. Die Berücksichtigung der Interferenz der Elementarwellen nach FRESNEL liefert als Huygens-Fresnelsches Prinzip eine vollständige Beschreibung der Ausbreitungserscheinungen. Befindet sich in dem Raum der Welle ein Hindernis, so liefert die Theorie die Erscheinungen der $\rightarrow$ Beugung.

Hyalit, $\rightarrow$ Opal.

Hyazinth, $\rightarrow$ Zirkon.

Hydrant, der Anschluß für Schläuche der Feuerwehr an die in den Straßen liegenden Wasserleitungen, als *Oberflur-H.* in Form einer auf der Straße stehenden Anschlußsäule, als *Unterflur-H.* mit in Straßenhöhe liegendem Deckel abgedeckt.

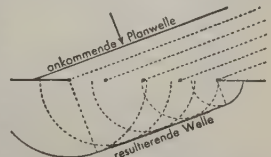
Hydrargillit, weißes monoklines Mineral $Al(OH)_3$, in radialstrahligen oder schuppigen Aggregaten, Bestandteil der Bauxite und Laterite.

Hydrat, eine durch Anlagerung oder Aufnahme von Wasser entstandene Verbindung, in der das Wasser chemisch gebunden ist, z. B. gelöschter Kalk, $Ca(OH)_2$, im Gegensatz zum Anhydrid, dem gebrannten Kalk, CaO . Die H.-Bildung, *Hydratation*, ist oft mit Abgabe von Wärme, *Hydrationswärme*, verbunden.

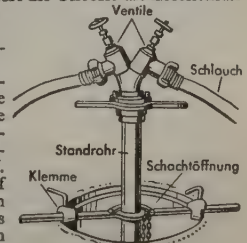
Hydraulik untersucht Strömungen von Flüssigkeiten durch Rohre, Gerinne und Kanäle. $\rightarrow$ Strömungslehre.

hydraulischer Transformator, $\rightarrow$ Flüssigkeitsgetriebe; *hydraulischer Widder*, $\rightarrow$ Stoßheber.

Hydraulite, Stoffe zur Herstellung von Bindemitteln im Bauwesen, zur Erhöhung der Bindungsfähigkeit von Mörtel und Kalk. Natürliche H. sind



Huygensches Prinzip: Von jedem der Punkte gehen in der zeitlichen Reihenfolge, in der die Front der ankommenden Planwelle ihn trifft, sekundäre Kugelwellen aus, die die Einhüllenden der resultierenden Welle bilden. Die Planwelle hat scheinbar geradlinig ihren Weg fortgesetzt, an beiden Seiten entstehen Beugungserscheinungen.



Unterflurhydrant mit geschlossenem Standrohr

Hydrazin – Hygrometer

vulkan. Ablagerungen, Tuffstein, Santorinerde; künstliche: Ziegmehl, Linktraß, Linkkalk, gemahlene Hochofenschlacke.

Hydrazin, *Diamid*, N_2H_4 , farblose, an der Luft stark rauchende Flüssigkeit, bildet ein sehr beständiges flüssiges *Hydrazinhydrat*, $N_2H_4 \cdot H_2O$, und durch Addition an Säuren beständige Salze, z. B. *Hydrazinsulfat*, $N_2H_4 \cdot H_2SO_4$, und *Hydrazinchlorid*, $N_2H_4 \cdot HCl$ oder $N_2H_4 \cdot 2HCl$. H. wird aus Ammoniak und Natriumhypochlorit nach der Methode von RASCHIG dargestellt. Mit der Carbonylgruppe der Aldehyde und Ketone bildet H. die *Hydrazone*. Aus H.-Salzen entstehen beim Erhitzen durch Wasserabspaltung die *Hydrazide*.

Hydrobenzol, $C_6H_5 \cdot NH \cdot NH \cdot C_6H_5$, wird durch Reduktion von Nitrobenzol in alkalischer Lösung, z. B. mit Zinkstaub oder Natriumamalgam, gewonnen. Bei der Oxydation geht das farblose H. in das orange gefärbte *Azobenzol*, bei der Reduktion in *Anilin* über. Technisch wichtig ist die Umlagerung des H. durch Mineralsäuren in *Benzidin*.

Hydride, chem. Verbindungen, die Wasserstoff und daneben nur noch ein (in bes. Fällen zwei) weiteres Element enthalten. *Flüchtige H.* sind meist die Wasserstoffverbindungen der Nichtmetalle, *salzartige H.* vorwiegend die von sehr unedlen Metallen, *metallische H.* die legierungsartigen Lösungen, die Wasserstoff in einigen Metallen bildet.

hydrieren, das Anlagern von Wasserstoff an Elemente oder chemische Verbindungen, in der modernen chemischen Industrie meist unter Druck von 200 atü und Verwendung eines geeigneten Hydrierungskatalysators, z. B. Nickel, durchgeführt. Beispiele: Fetthärtung ($\rightarrow$ Fette), Kohlehydrierung.

hydroaromatische Verbindungen, zyklische organ. Verbindungen, die sich in derselben Weise vom Hexahydrobenzol oder Cyclohexan, C_6H_{12} , ableiten wie die arom. Verbindungen vom Benzol, C_6H_6 . Neben den *Naphthenen* des kaukas. Erdöls gehören vor allem die *Terpene* zu den h. V.

Hydrochinon, $C_6H_4(OH)_2$, p-Dioxybenzol, wird durch Reduktion von Chinon mit schweflicher Säure gewonnen. H. ist isomer mit Brenzkatechin und Resorzin. Verwendung als photograph. Entwickler und zur Farbenherstellung.

Hydrocortison, 17-Hydroxycorticosteron, dem Cortison eng verwandte chemische Verbindung, von ihm ableitbar durch Ersatz eines O durch ein OH, zeigt ähnlich wie Cortison Wirksamkeit gegen Heuschnupfen, Gicht, Rheumatismus u. dgl.

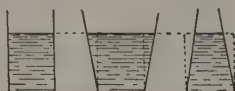
Hydrodynamik, **hydrodynamisches Paradoxon**, $\rightarrow$ Hydromechanik.

Hydroform-Verfahren, $\rightarrow$ Gummischneid- und Umformverfahren.

Hydrogele, die aus wäbriger kolloidaler Lösung sich ausschleudenden Gele, im Unterschied zu den aus alkohol. oder andern organ. Lösungsmitteln erhaltenen *Alkogenen* oder *Organogenen*.

Hydrolyse, die durch Wasser hervorgerufene Spaltung chem. Verbindungen, meist die eines Salzes in Säure und Base, im weiteren Sinne auch die Verseifung von Estern, die Fettsäure in Fettsäure und Glycerin, die Zerlegung von Zellulose (Holz), Stärke oder Rohrzucker in einfache niedere Zuckerarten, die Zerlegung von Eiweißstoffen in Aminosäuren. Dabei wird meist auch ein Hilfsstoff benötigt (Katalysator, Enzym).

Hydromechanik, die Lehre von Gleichgewichtszuständen der Flüssigkeiten unter der Einwirkung äußerer Kräfte (Hydrostatik) und ihren Strömungsgesetzen (Hydrodynamik). Die Grundlage der *Hydrostatik* bildet die Erfahrungstatsache, daß der Druck im Innern einer ruhenden Flüssigkeit (*hydrostatische Druck*) allseitig gleich (isotrop) ist. Im Schwerfeld ist dieser Druck außer von der Dichte der Flüssigkeit nur von der Höhe der Flüssigkeitssäule über der be-



hydrostatisches Paradoxon

trachteten Stelle abhängig. Deshalb wirkt auf den Boden verschieden geformter Gefäße die gleiche Kraft, wenn sie gleiche Grundflächen besitzen und bis zur gleichen Höhe mit derselben Flüssigkeit gefüllt sind (*hydrostatisches Paradoxon*). In der *Hydrodynamik* beschränkt man sich meist auf 'ideale' (reibungsfreie) Flüssigkeiten, weil sich dann theoretisch kein Strömungswiderstand ergibt (*hydrodynamisches Paradoxon*), $\rightarrow$ Bernoullische Gleichung, $\rightarrow$ Strömungslehre.

R. WINKEL: Angew. H. im Wasserbau (*1950); L. FRANDTL: Führer durch d. Strömungslehre (*1960).

Hydrometallurgie, *Naßmetallurgie*, Verfahren der $\rightarrow$ Elektrometallurgie.

Hydronalium, Aluminiumlegierungen mit 3 bis 12 % Magnesium und 0,2–0,5 % Mangan. Sie haben hohe Korrosions- und Seewasserbeständigkeit.

Hydronfarbstoffe, echte Teerfarbstoffe, ableitbar vom Karbazol; Hauptvertreter Hydronblau, ein blauer Schwefelfarbstoff.

hydrophobieren, Textilien durch chem. Veränderung der Oberfläche oder durch Präparieren mit Kunstharzen wasserabweisend machen. Der Effekt soll waschbeständig sein.

Hydrosole, Kolloide, die Wasser als Dispersionsmittel enthalten, im Unterschied zu den durch Alkohol oder andere organ. Lösungsmittel gelösten *Alkosolen* oder *Organosolen*.

Hydrosphäre, die Wasserhülle der Erde.

Hydrostatik, **hydrostatisches Paradoxon**, $\rightarrow$ Hydromechanik.

hydrostatische Waage dient zum Bestimmen der Dichte fester Körper mit Hilfe des statischen Auftriebs; im Prinzip ein $\rightarrow$ Gewichtsräometer.

hydrothermal heißt die Bildung von Mineralien aus wäbrigen Lösungen bei hohen Drucken und unterhalb der kritischen Temperatur des Wassers.

Hydrotimeter, graduierte Glasröhre (*Gießbürette*) zum Bestimmen der $\rightarrow$ Härte des Wassers durch allmähl. Zusatz alkohol. Seifenlösung bis zur bleibenden Schaumbildung (DIN 8103).

Hydroxid, die Verbindung eines Metalls mit der einwertigen Atomgruppe $-OH$, der *Hydroxylgruppe*. Die H. der Alkalien und Erdalkalien sind im Wasser löslich, sie reagieren alkalisch. Auch viele andere Metall-H. verhalten sich basisch, d. h. neutralisieren sich mit Säuren zu Salzen, doch sind die höheren vielfach auch selbst Säuren.

Hydroxyl, die einwertige Atomgruppe $-OH$, die in zahlreichen chemischen Verbindungen, z. B. den Basen (Metallhydroxiden), den Sauerstoffsäuren, den Alkoholen, Alkoholsäuren, Phenolen u. a. m. enthalten ist, in Lösung als *H.-Ion* OH $^-$.

Hygrometer, Instrument zur Messung der Luftfeuchtigkeit. Beim *Haar-H.* (DE SAUSSURE 1783) ist ein einzelnes Haar oder ein Haarbüschel an einem Ende befestigt, am andern um eine Achse gespannt. Es verkürzt sich bei sinkender Luftfeuchtigkeit und bewegt so über die Achse einen Zeiger oder eine Schreibfeder (*Hygroph*). Aus Lufttemperatur und relativer Feuchte kann nach einer Tabelle der Dampfdruck u. a. berechnet werden; ein *Dampfdruckschreiber* kombiniert beide Elemente unmittelbar. Sonderausführungen sind: *Bifilar-H.* (Doppel-H., Doppelfaden-H.), *Polymer*, die Verbindung eines H. mit einem Thermometer, sowie die Verbindung eines Polymers mit einem *Auflage-H.* zur gleichzeitigen Ermittlung der Oberflächenfeuchte eines hygroskopischen Materials, wie Holz, Papier, und der relativen Luftfeuchte, mit zwei Zeigern auf gemeinsamer Skala, das *Stech-H.* zur direkten Wassergehaltsbestimmung von Holz mit Hilfe eines etwa 70 mm langen Schafes am Gerät, der in ein zu bohrendes Loch einzuführen ist.

Spez. Zwecken (z. B. Messung bei tiefen Tempe-



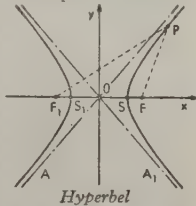
Hygrometer: Schema eines Haarhygrometers

aturen) dient das *Kondensations-* oder *Taupunkt-H.* Wird poliertes Metall unter den Taupunkt der umgebenden Luft abgekühlt, so schlägt sich an ihm Wasserdampf nieder. Die Abkühlung wird durch rasch verdunstende Flüssigkeiten (Äther) hervorgerufen und die Temperatur, bei der zuerst Beschlag eintritt, gemessen (Taupunkt). → Psychrometer.

hygroskopisch heißen Stoffe, die Wasserdampf aus der Luft anziehen, z. B. Schwefelsäure, Kalziumchlorid, Phosphorpentoxid, Silikagel. Sie dienen zum Trocknen von Gasen.

Hyzosyamin, ein als Arzneimittel wichtiges Alkaloid vieler giftigen Nachtschattengewächse (Tollkirsche, Bilsenkraut u. a.). → Atropin ist razem. H.

Hyperbel, ein → Kegelschnitt mit zwei ins Unendliche laufenden getrennten Zweigen. Die H. hat zwei Symmetrieachsen. Auf der *x*-Achse (BILD) liegen die *Scheitel* S und *S₁* und die *Brennpunkte* F und F₁. Die Strecke SS₁ heißt *Hauptachse*, die *Nebenachse* ist imaginär; OF = OF₁ ist die *lineare Exzentrizität*. Alle Punkte der H. haben die Eigenschaft, daß die Differenz ihrer Entfernungen von den Brennpunkten stets gleich der Länge der Hauptachse ist. Die beiden Zweige der H. liegen zwischen ihren Asymptoten A und A₁, die einander im Mittelpunkt O der H. schneiden. Nimmt man als Koordinatensystem die Symmetrieachsen, so lautet die Gleichung der H. $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$, wobei a und b die beiden H.-Achsen sind.



Hyperbel

Hyperbelfunktionen, die Funktionen Sin x (auch sh x) = (e^x - e^{-x})/2, Cos x (auch ch x) = (e^x + e^{-x})/2, Tg x = Sin x/Cos x, Cotg x = Cos x/Sin x; gesprochen *Sinus hyperbolicus* x, *Cosinus hyperbolicus* x, *Tangens hyperbolicus* x, *Cotangens hyperbolicus* x. Mit den Winkelfunktionen besteht der Zusammenhang: -i sin(i x) = Sin x, cos(i x) = Cos x, wo i = √-1 ist. Die Umkehrfunktionen der H. werden mit Ar Sin, Ar Cos usw. bezeichnet (Ar = area).

Hyperbelverfahren, Verfahren der → Funknavigation.

hyperbolische Geometrie, → Geometrie.

Hyperboloid, MATHEMATIK: eine Fläche zweiter Ordnung, die durch Ebenen in Hyperbeln, Ellipsen, Parabeln geschnitten werden kann. Man unterscheidet *einschaliges* (BILD → geradlinige Flächen) und *zweischaliges* H.

hyperelliptische Integrale, Integrale, deren Integrand eine rationale Funktion der Variablen und einer Quadratwurzel aus einem Polynom 5. oder höheren Grades ist. Ihre Umkehrung liefert die *hyperelliptischen Funktionen*.

Hyperfeinstruktur, die sehr feine Aufspaltung der Spektrallinien unter folgenden Einflüssen des Atomkerns:

1) *Mitbewegung des Kernes* bei Bewegungsvorgängen in der Elektronenhülle, führt zu Vielfachheit der Linien entsprechend der Zahl der Isotope der jeweiligen Elemente; 2) *Volumeneffekt des Kernes*, führt ebenfalls zu Unterschieden entsprechender Terme für die verschiedenen Isotope. 3) *Magnet. Momente* der Kerne mit ungerader Teilchenzahl, bewirken bei Kernen vom Gesamtspin J eine Termspaltung mit 2 J + 1 Komponenten. 4) *Elektr. Quadrupolmomente*, verändern die relativen Lagen der magnet. H.-Terme.

W. FINKELNBURG: Einf. in d. Atomphysik (7. 1962).

Hyperfläche, Gebilde in einem höherdimensionalen Raum, das der gewöhnl. Fläche im 3-dimensionalen Raum entspricht; in strenger Ausdrucksweise eine Punktmenge im n-dimensionalen Raum, die sich durch eine einzige Gleichung zwischen den Koordinaten der Punkte beschreiben läßt. Ihre Dimension ist n - 1.

Hyperfragment, hochangeregtes Bruchstück eines Atomkerns, bei dem an die Stelle eines seiner Nukleonen ein Hyperon getreten ist.

hypergeometrische Funktion, die durch die unendliche Potenzreihe (*hypergeometrische Reihe*)

$$F(\alpha, \beta, \gamma; x) = 1 + \frac{\alpha \cdot \beta}{1 \cdot \gamma} x + \frac{\alpha(\alpha+1)\beta(\beta+1)}{1 \cdot 2 \cdot \gamma(\gamma+1)} x^2 + \dots$$

definierte Funktion, aus der sich viele spezielle Funktionen ableiten lassen. Sie läßt sich auch als Lösung einer Differentialgleichung 2. Ordnung definieren. Die Theorie der h. F. wurde von EULER begründet und durch F. KLEIN eingehend untersucht. F. KLEIN: Vorlesungen über die h. F. (1933).

Hypergol, → Rakete.

Hypergonar, ein System von Zylinderrinnen mit in waagerechter und senkrechter Richtung verschiedenem Abbildungsmaßstab, für Film-Aufnahme und -Wiedergabe beim CinemaScope-Verfahren.

hyperkomplexes System, MATHEMATIK: eine Weiterentwicklung der → komplexen Zahlen. An Stelle der nur zwei Basiselemente 1 und i treten im h. S. endlich viele Basiselemente β₁, β₂, ..., β_n mit eigenen, neuen Multiplikationsregeln. Benutzt man als Koeffizienten der Basiselemente wie bei den komplexen Zahlen reelle Zahlen, so entstehen *hyperkomplexe Zahlen*, die in ihrer Gesamtheit ein h. S. bilden. Man kann aber als Koeffizienten auch Elemente eines beliebigen → Körpers einsetzen, wodurch andere h. S. entstehen. Jedes h. S. ist ein → Ring. Ein einfaches h. S. bilden die von HAMILTON (1840) eingeführten *Quaternionen* mit 4 Basiselementen 1, i, j, k und der Multiplikationstafel: 1 = *Eins*, i² = j² = k² = -1, i · j = k = -j · i, j · k = i = -k · j, k · i = j = -i · k, und reellen Zahlen als *Koeffizienten*. Ein weiteres Beispiel bilden die *quadr. Matrizen* mit fester Reihenzahl. B. L. v. D. WAERDEN: Algebra, 2 (1959).

Hyperonen, instabile Elementarteilchen mit einer Masse, die zwischen der des Protons und der des Deutrons liegt. Die H., von denen bisher 6 (mit Antiteilchen: 12) bekannt sind (TABELLE: Elementarteilchen), können nicht ausschließlich aus mittleren (Mesonen) oder leichten (Leptonen) Elementarteilchen durch Umwandlung entstehen; vielmehr ist an der Entstehung eines H. stets ein anderes H. oder ein Nukleon beteiligt. Entsprechendes gilt vom Zerfall der H. Man faßt deshalb die H. und Nukleonen als *Baryonen* zusammen, → Baryonenzahl. Wie bei den Mesonen gibt es auch unter den H. → Massenresonanzen.

Hypererschall, mechan. Schwingungen mit Frequenzen von über 1 Mia Hertz, zur Untersuchung von Festkörpern.

hypersensibilisieren, PHOTOGRAPHIE: → sensibilisieren.

Hypertensine, zwei den Blutdruck erhöhende Polypeptide verwandten Baus, die aus einem Eiweißbestandteil des Blutes durch ein in der Niere vorkommendes Enzym *Renin* abgespalten werden. Die H. sind synthetisch zugänglich.

Hyposkop, ein *Doppelperspekt.*, bei dem die plastische Wirkung durch Änderung des Abstandes beider Objektive voneinander verändert werden kann.

Hypotenuse, im rechtwinkligen Dreieck die dem rechten Winkel gegenüberliegende Seite.

Hypothese, in der Naturwissenschaft eine zur Erklärung bestimmter festgestellter Tatsachen eingeführte Annahme oder Vorstellung, aus der dann auch andere Tatsachen sich logisch ergeben, so daß neue auf diesem Wege gefunden werden (*heuristischer Wert* der H.). So erlaubte die Atom-H. durch das ganze 19. Jahrh. schon eine logische Ordnung für die Fülle der chem. Erscheinungen, ehe es nach 1900 gelang, die wirkliche Existenz der Atome sicher nachzuweisen. Vielfach macht sich der Forscher zunächst nur eine *Arbeits-H.*, um überhaupt zu sinnvollen Versuchsreihen zu kommen.

Hypoxanthin, *Sarkin*, C₈H₆N₄O, ein 6-Oxypurin, kommt als Bestandteil von Nukleinsäuren im Muskel, Knochenmark, in der Milz u. a. vor.

Hypozentrum, → Erdbeben.

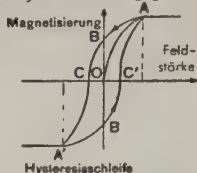
Hypsometer, Gerät zum Messen des Luftdrucks durch Bestimmung des Siedepunktes von Wasser; es siedet, wenn der Dampfdruck gleich dem Luftdruck ist. Der wichtigste Teil ist ein in ein Siedegefäß tauchendes, die Temperaturen von 80 bis 101°C anzeigendes Thermometer (*Hypsometerthermometer*) mit Teilung in $\frac{1}{100}$ Grad, so daß tausendstel Grad geschätzt werden können. Aus der Siedetemperatur kann der Luftdruck, aus diesem die Höhe bestimmt werden.

Hysteresis, *Hysterese*. 1) **Magnetische H.**, das Zurückbleiben der Magnetisierung ferromagnet. Stoffe gegenüber der Feldstärke. Beginnt man mit unmagnet. Material, so wird mit wachsender Feldstärke $\mathfrak{H}$ zunächst die Neukurve $O-A$ (*Nullkurve, jungfräuliche Kurve*) durchlaufen. Bei A ist etwa die Sättigungsmagnetisierung, der Maximalwert der Magnetisierung $\mathfrak{M}$, erreicht. Läßt man $\mathfrak{H}$ wieder auf Null abnehmen, so bleibt eine restl. Magnetisierung B (*Remanenz*). Um $\mathfrak{M}$ gleich Null zu machen, muß



Hypsometer: Schema; a Siedegefäß, b Dampfmanometer, c Spiritusbrenner, d Hypsometerthermometer.

$\mathfrak{H}$ in entgegengesetzter Richtung bis C (*Koerzitivkraft*) gesteigert werden. Bei weiterer Steigerung von $\mathfrak{H}$ wächst $\mathfrak{M}$ in entgegengesetzter Richtung wieder bis zu einer Sättigung A' , deren Betrag gleich dem von A ist. Läßt man nun $\mathfrak{H}$ abnehmend negative und schließlich wieder positive Werte annehmen, so wird der untere Teil der *H.-Schleife* $A'-B'-C'-A$ durchlaufen. Der Flächeninhalt der *H.-Schleife* gibt den beim Ummagnetisieren entstehenden Energieverlust (*Wärme*) an.



Hysteresis

2) Weniger leicht zu beobachten ist die *dielektrische H. (Relaxation)* von Stoffen mit molekularem Dipolmoment. Die von einem äußeren Feld in einem Dielektrikum erzeugte Polarisation klingt nach Abschalten des Feldes mit einer Exponentialfunktion e^{-t/t_0} ab. Die Zeitkonstante t_0 , die *Relaxationszeit*, ist ein Maß für die Dauer dieser Nachwirkung.

3) Ähnliche Erscheinungen zeigen sich bei elast. Wechselbeanspruchungen (*elastische H., Nachwirkung*).

H_z, Abkürzung für → Hertz.

I

Ichthyol, *Ammonsulfoichthyolat*, eine schwarzbraune, teerig riechende Flüssigkeit, gewonnen durch trockene Destillation von bituminösen, fossile Fischreste enthaltenden Schiefern aus der Seefeldergegend (Tirol). I. wirkt desinfizierend, entzündungswidrig und schmerzstillend und wird bei Hautkrankheiten, Furunkulose, Hämorrhoiden u.a. verwendet.

Ideal, **MATHEMATIK**: eine Teilmenge eines → Ringes, die mit den Ringelementen a und a' stets auch $a-a'$ und außerdem $a \cdot r$ enthält, wobei r ein beliebiges Element des Ringes sein darf. Ein I. des Ringes der ganzrationalen Zahlen $(0, \pm 1, \pm 2, \dots)$ ist z.B. die Menge $0, \pm 5, \pm 10, \dots$, allgemein $5r$ (r = ganzrational).

Idempotent, **Mathematik**: ein Element e eines → Ringes oder eines → hyperkomplexen Systems mit der Eigenschaft $e^2 = e$. Ein I. ist also im gewissen Sinne eine Verallgemeinerung der Zahl Eins. I. sind Hilfsmittel beim Aufbau der Strukturtheorie.

idochromatisch heißen homogene farbige Körper, bes. Mineralien, deren Farbe auf der Absorption des Lichts durch die eigenen Atome beruht; *allochromatisch* solche, die durch Beimengungen gefärbt sind.

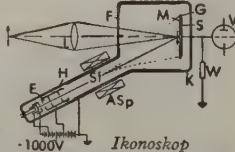
Igelit, Handelsname für Kunststoffe auf der Basis von → Polyvinylchlorid.

Ignitron, techn. Stromrichter kleiner Abmessungen für große Ströme (einige 100 A, kurzzeitig 1000 A). Der den Stromfluß vermittelnde Lichtbogen zwischen Quecksilberkathode und Anode wird durch einen dauernd in die Kathode tauchenden Zündstift aus Halbleitermaterial gezündet. Wird an den Zündstift gegenüber der Kathode positive Spannung gelegt, verdampft durch örtl. Erhitzung Quecksilber und der Lichtbogen zündet. Bei induktionsfreier Belastung erlischt der Bogen beim nächsten Nulldurchgang des speisenden Wechselstromes, so daß er immer neu gezündet werden muß, die Brennspannung ist etwa 9 V. I. werden z.B. als Hochstrom-, „Schalter“ für elektr. Schweißanlagen verwendet.

Ikonograph, Bildschreiber, ein dem → Storch-

schnabel ähnl. Instrument des Lithographen zur Übertragung von Zeichnungen auf Stein.

Ikonoskop, ein elektronischer Bildner (→ Fernsehen) für die Aufnahme von Fernsehbildern (V. K. ZWORYKIN 1925). In einem evakuierten zylindr. Glaskolben K befindet sich eine Glimmerplatte G von etwa 100×100 mm Fläche. Sie trägt auf der Rückseite einen zusammenhängenden Metallbelag, die Signalplatte S , und auf der Vorderseite die Mosaikschrift M aus einer Vielzahl mikroskopisch kleiner, voneinander isolierter Silberteilchen, die mit einer lichtelektrisch wirksamen Schicht bedeckt sind. Dadurch wird jedes dieser Teilchen zu einer mikroskopisch kleinen → Photozelle, die bei Belichtung Elektronen aussendet und sich daher,



entsprechend der Lichtstärke, gegen die Signalplatte mehr oder weniger positiv auflädt. Auf die Mosaikschrift wird die zu übertragende Szene mit der Linse L durch das Fenster F hindurch abgebildet. Dadurch bildet sich ein entsprechendes positives Ladungsbild auf der Glimmerplatte. Die im Hals H des Glaskolbens befindliche Elektronenkanone E erzeugt einen feinen Elektronenstrahl $S4$, der durch ein System von Ablenkspulen ASp zeilenweise über das Ladungsbild geführt wird, dieses abtastet und die positiven Ladungen nacheinander wieder ausgleicht. Da jedes Mosaikteilchen mit der Signalplatte einen kleinen Kondensator bildet, fließt in dem zwischen der Signalplatte und Erde liegenden Widerstand W ein Ausgleichsstrom und erzeugt eine Spannung, deren Größe von der Ladung des Teilchens und damit von der Helligkeit des zugehörigen Bildpunkts abhängt. Die Bildsignale werden im Verstärker V verstärkt und dem Fernsender zur Übertragung zugeführt.

Eine Weiterbildung des I. stellt das *Superikonoskop* dar, das durch die Vereinigung eines I. mit einem → Bildwandler entsteht. Das Lichtbild wird hier auf der durchscheinenden Photokathode P erzeugt, die ausgelösten Photoelektronen werden auf

die Mosaikschicht mit einer magnet. Elektronenlinse abgebildet.

F. KERKHOF u. S. W. WERNER: Fernsehen (*1958).

Ikosaeder, regulärer 20-Flächner, einer der 5 → regelmäßigen Körper.

Ilgner-Umformer (nach K. ILGNER), ein Umformer in Leonard-Schaltung für drehzahlregelbare Gleichstrommotoren, bei denen starke Belastungsstöße auftreten. Mit dem Umformermotor (meist Drehstrom-Asynchronmotor) und dem Gleichstromgenerator, der den zu regelnden Antriebsmotor speist, ist ein Schwungrad gekuppelt, das bei Laststößen Leistung abgibt und somit die Belastungsspitzen vom Netz fernhält. Um das Schwungrad zur Wirkung zu bringen, besitzt der Drehstrommotor erhöhten Schlupf; die Schlupfleistung kann zurückgewonnen werden. Der I.-U. dient bes. zum Antrieb von Walzstraßen und Fördermaschinen.

Illinium, früherer Name für → Promethium.

Imenit, rhomboedrisches Mineral, $FeTiO_3$, dem Eisenglanz ähnlich, schwarz, kommt in basischen Gesteinen und Pegmatiten und in Seifen vor.

imaginäre Zahlen, → komplexe Zahlen.

Imide, organisch-chemische Verbindungen, die sich vom Ammoniak durch Ersatz zweier Wasserstoffatome durch Säureradikale ableiten. *Imidgruppe*, *Imidgruppe*, die zweitwertige Atomgruppe = NH .

Imin, organische Base, die sich vom Ammoniak durch Ersatz zweier Wasserstoffatome durch einen zweiwertigen Kohlenwasserstoffrest ableitet.

Immersion, 1) der Eintritt eines Mondes in den Schatten seines Planeten oder der scheinbare Eintritt eines Mondes in die Planetenscheibe.

2) **OPTIK**: das Eintauchen der Frontlinse eines Mikroskop-Objektivs oder eines Kondensors in eine Flüssigkeit mit möglichst hohem Brechungskoeffizienten, die den Raum zwischen Deckglas oder Objektträger und Frontlinse ausfüllt. Zweck ist eine Erhöhung des Auflösungsvermögens durch Erhöhung der numer. Apertur von max. 0,94 bei Trockensystemen auf 1,25 bei Wasser-, rd. 1,45 bei Öl- oder bis zu 1,6 bei Mononaphthalin-I.

Impedanz, *Scheitwiderstand*, das Verhältnis des Scheitwertes der Wechselspannung an einem Teil eines elektr. Stromkreises zum Scheitwert des durchfließenden → Wechselstromes.

Impregnieren, feste Stoffe mit flüssigen oder geschmolzenen Stoffen tränken, um sie fäulnisbeständig, wasserdicht oder wasserabweisend, schwer entflammbar oder mottensicher zu machen.

Impuls, *Bewegungsgröße*, das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit eines Massenpunktes. Bei abgeschlossenen Systemen, auf die von außen keine Kräfte wirken, ist der Gesamt-I. zeitlich konstant (*Impulssatz*, → Erhaltungssätze). Der → Rückstoß beruht auf dem I.-Satz. Ebenso wie der Materie kommt jeder Form von bewegter Energie, z. B. den masselosen Lichtquanten, ein I. zu.

Vor allem bei *kurzzeitig wirkenden Kräften* (Schlag, Stoß) bezeichnet man oft auch die Änderung der Bewegungsgröße vor und nach Einwirkung der Kraft als I., also $I. = Kraftstoß$. Er ist z. B. bei während des Stoßes konstanter Kraft gleich dem Produkt aus der Kraft und der Zeit ihrer Einwirkung. Dieser Begriff wird auch auf andere kurzzeit. Zustandsänderungen übertragen, z. B. *Spannungs- und Strom-I.* für kurzzeit. Spannungs- und Stromstöße.

Impulsgenerator, elektr. Gerät zur Erzeugung von Stromstößen für akust. und Übertragungstechn. Zwecke. Der einfachste I. ist ein Relais, das rhythmisch eine Batterie an eine Leitung schaltet und so Rechteckstromstöße aussendet. Da ein mechan. Relais nur bis maximal 400 Impulse in der Sekunde geben kann, nimmt man für höhere Impulsfrequenzen Schaltungen mit Röhren oder Transistoren, meist Kipperschaltungen wie Sperrschwinger oder Multivibratoren; Impulse haben dabei z. B. die Form eines Rechtecks, Dreiecks, Sägezahns oder einer schmalen Spitze, deren Breite, Höhe und Phase veränderlich sind, um Nachrichten übertragen zu können.

Impulshöhenanalyse, Verfahren zur Bestim-

mung der spektralen Energieverteilung einer Strahlung. Durch Zählrohre oder Szintillationszähler wird die Strahlungsenergie in proportionale elektr. Spannungsimpulse umgewandelt, die durch einen → Diskriminator nach ihrer Höhe sortiert und gezählt werden.

Impulsmoment, bei der Kreisbewegung eines Massenpunktes das Produkt aus Abstand vom Drehpunkt und → Impuls. Für eine beliebige Bewegung wird das I., bezogen auf einen festen Punkt, definiert als der momentane Kreisbewegungsanteil um diesen Punkt.

Impulstechnik, **ELEKTROTECHNIK**: die Erzeugung (→ Impulsgenerator) und Anwendung elektr. Impulse. Ursprünglich nur in der Nachrichtentechnik, z. B. für das Fernsehen und in der Funkmetertechnik verwendet, findet die I. heute weite Anwendung auch bei elektron. Rechenmaschinen, in der elektr. Meß- und Steuertechnik sowie in der Kerntechnik.

In, chem. Zeichen für → Indium.

inchromieren, kohlenstoffarmen Stahl bei 1100°C durch Diffusion von Chromchlorid (in Gasform oder in Salzbädern) an der Oberfläche mit Chrom anreichern und dadurch eine sehr rost- und zunderbeständige Außenschicht erzeugen.

Indamine, grüne bis blaue Teerfarbstoffe.

Indanthrenfarbstoffe, hervorragend echte Küpenfarbstoffe der Anthrachinonreihe, deren erster Vertreter, *Indanthrenblau*, 1901 von R. BOHN dargestellt wurde. Die Strukturformeln der I. enthalten große Ringsysteme. Weitere, mit dem Indanthrenblau kaum noch verwandte I. sind *Flavanthren*, *Benzanthron*, *Anthrachinonimid*, *Anthrachinonakridon* und *Azylaminoanthrachinonfarbstoffe*. *Indanthrenfarbig* heißen heute auch Stoffe, die mit gleich echten Farbstoffen anderer Gruppen gefärbt sind.

Inden, ein Kohlenwasserstoff aus Steinkohlenteer, Verbindung eines Benzolrings mit einem fünfgliedrigen Kohlenstoffring. Beim Erwärmen von I. entsteht das *Indenharz*, das zur Lack- und Firnisherstellung verwendet wird.

Indeterminismus, das Gegenteil des Determinismus. Die moderne Entwicklung der Atomphysik und Quantentheorie hat zu der Einsicht geführt, daß die Reaktionen der einzelnen Atome, Elektronen usw. nicht durch kausal determinierende Gesetze beherrscht sind, nach denen jedes Geschehen zwangsläufig vorausbestimmt wäre, sondern nur *statistischen* Gesetzen unterliegen. Ein von einer bestimmten Einwirkung betroffenes Atom hat eine Reihe verschiedener (streng gesetzmäßig bestimmter) Reaktions-Möglichkeiten, und zu jeder gehört eine (ebenfalls streng gesetzmäßig bestimmte) *Wahrscheinlichkeit* des Vollzugs gerade dieser Möglichkeit. Hierdurch ergibt sich als Folgerung das streng determinierte Reagieren großer Mengen gleichartiger Atome oder Moleküle, weil deren *Durchschnittsreaktionen* durch die statistischen → *Naturgesetze* eindeutig bestimmt ist. Die Begründung dafür, daß diese statist. Gesetze wirklich *ursprüngliche* Naturgesetze sind und nicht etwa bloße Auswirkungen einer uns noch unbekannten tieferliegenden kausalen Gesetzmäßigkeit, ergab sich aus der experimentellen und gedankl. Klärung der → Komplementarität.

E. CASSIRER: Determinismus und I. in der modernen Physik (1936); E. SCHRÖDINGER: Über den I. in der Physik (1952).

Index, Mehrzahl *Indizes*, unten oder oben an einen Buchstaben angehängtes Unterscheidungszeichen, z. B. die 1 in a_1 .

Indexröhre, eine Kathodenstrahlröhre für die Wiedergabe von farbigen Fernsehbildern mit nur einem Elektronenstrahl.

indifferent, **CHEMIE**: keine → Verbindung mit anderen Stoffen eingehend.

Indigo, seit Jahrtausenden in Indien und China benutzter dunkelblauer Farbstoff aus der I.-Pflanze (Indien) $H_2C_6(CO/NH)C = C(CO/NH)C_6H_4$. Das in der Pflanze enthaltene *Indikan* wird beim Stehenlassen der mit Wasser übergossenen Pflanzenteile (Gärungsküpe) in Glukose und *Indoxyl* gespalten,

Indigotypie – Induktion

das durch Luftsaurestoff zu I. oxydiert wird. Durch Reduktion in Gegenwart von Alkalien, z. B. mit Hydrosulfid, entsteht eine die Leukoverbindung („Indigweiß“) enthaltende Kuppe. Diese haftet auf der Faser, so daß durch Einwirkung von Luftsaurestoff der Farbstoff „entwickelt“ werden kann.

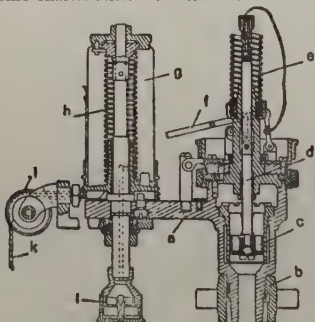
Anfang des 16. Jahrh. kam der I. nach Europa und verdrängte die Waidkultur. 1880 wurde die Synthese des I. durch ADOLF v. BAEYER gefunden. Seit 1897 verdrängte der künstl. I. in Dtl. rasch den Naturfarbstoff. Der Verbrauch an I. ist heute zugunsten anderer noch etwas echterer Azo- und Schwefelfarbstoffe (Variannisblau und Hydrabla) stark zurückgegangen.

indigoide Farbstoffe sind in Struktur und Verhalten dem blauen I. sehr ähnlich, übertreffen ihn und seine Halogensubstitutionsprodukte aber in den Echtheitseigenschaften oft erheblich.

Indigotypie, ein photograph. Verfahren, bei dem o-Nitrophenylmilchsäuremethylester belichtet und dann gesättigtem Ammoniakdampf ausgesetzt wird. An den belichteten Stellen entsteht Indigo; nach Auswaschen des unbelichteten Ketons sind die Bilder unbegrenzt haltbar.

Indikan, ein Glukosid des Indoxyls. *Harn-I.* ist im normalen Harn vorkommendes indoxylschwefelsaures Kalium, das bei vielen Darmkrankheiten mit abnormer Zersetzung des Darminhaltes vermehrt auftritt. Nachweis durch die *I.-Probe*: Umwandlung des I. zu blauem Indigo.

Indikator, 1) Farbstoff, der beim Durchschreiten des Äquivalenzpunktes einer chem. Reaktion einen charakterist. Farbumschlag zeigt. Die Maßanalyse verwendet *Neutralisations-I.* (Methylorange, Methylrot, Phenolphthalein u. a.), *Redox-I.* (Diphenylamin, o-Phenanthrolin-Eisen-Komplex u. a.), *Adsorptions-I.* (Eosin, Fluoreszein u. a.), *Fluoreszenz-I.* für gefärbte Lösungen (Eosin, α -Naphthylamin) und *Tüpfel-I.*; bei letzteren zeigt ein der Maßlösung entnommener Tropfen mit einem geeigneten Reagens eine charakterist. Reaktion an.



Indikator (Schnitt): a Grundplatte, b Überwurfmutter zum Befestigen des Indikators an der zu untersuchenden Maschine, c Kolben, d Kolbenstange, e Feder, f Schreibhebel, g Trommel, auf die das Schreibpapier aufgespannt wird, h Rückzugfeder für die Trommel, i Rolle, k Schmur, die die Trommel in Drehung versetzt, l Staufferbüchse.

2) TECHNIK: Gerät zum Aufzeichnen des Druckverlaufs in den Arbeitszylindern von Kolbenmaschinen in Abhängigkeit vom Kolbenweg. – Beim *mechanischen I.* wirkt das gespannte Arbeitsmittel (Gas, Dampf, Flüssigkeit) auf einen Meßkolben in einem Hilfszylinder, der über einen Hebel das Schreibwerkzeug bewegt; die Schreibtrommel wird von der Maschine angetrieben. Das so erhaltene *I.-Diagramm* (*Druck-Weg-Diagramm*) ist eine geschlossene Linie; die von ihr eingeschlossene Fläche ist der Arbeit während eines vollen Kolbenwegs proportional. Wandelt man diese Fläche in ein Rechteck mit gleicher Grundlinie (Kolbenhub) um, so erhält man als zweite Rechteckseite den mittleren indizierten Druck

und aus ihm indizierte Arbeit und indizierte Leistung. Zur Kontrolle von Gas- und Flüssigkeitsdrücken gibt es auch I., die Druck-Zeit-Diagramme aufzeichnen.

Zur Aufnahme rasch wechselnder Drucke, z. B. zur Bestimmung des Explosionsverlaufs in Verbrennungsmotoren, dienen *piezoelekt. I.* Die dem jeweil. Druck entsprechende piezoelekt. Spannung wird über einen Verstärker einer Kathodenstrahlröhre zugeführt und auf ihrem Schirm sichtbar gemacht oder auf einem lichtempfindl. Papierstreifen im Schleifenzosillographen aufgezeichnet.

3) → Isotopenindikatoren.

Indikator-Aktivierungsmethode, ein chem. Analysenverfahren, bei dem ein Stoff mit einem Indikator in chemisch kaum nachweisbarer Menge versetzt wird (Mangan, Silber, seltene Erden), der durch Neutronenstrahlen leicht radioaktiv gemacht werden kann. Nachdem der Stoff sich wie gewünscht verteilt hat, entnimmt man Proben, die im Laboratorium einem Neutronenstrom ausgesetzt (aktiviert) und dann auf ihre Eigenstrahlung untersucht werden.

Indikatrix, 1) die Kurve, die die Art der Krümmung einer Fläche in der Umgebung eines Flächenpunktes zeigt. 2) Bezugsfläche der Kristalloptik: auf jede mögliche Schwingungsrichtung des Lichts im Kristall wird von einem Punkt aus die zugehörige Brechungsindex aufgetragen. Die Endpunkte der Strecken liegen im allgemeinen auf einem dreiaxigen Ellipsoid; für Kristalle mit einer 3-, 4- oder 6zähligen Achse ist die I. ein Rotationsellipsoid, für kubische eine Kugel. 3) die Verzerrungsellipse, die für eine Kartenprojektion die Verzerrung angibt, die ein Kreis der abzubildenden Kugeloberfläche erleidet.

Indium, In, chem. Element, Metall; Ordnungszahl 49, Massenzahlen 115, 113, Atomgewicht 114,82; Schmelzpunkt 156,4°C, Siedepunkt über 1450°C, Dichte 7,31 g/cm³. I. kommt spurenweise in den meisten Zinkblendes und im Mansfeld Kupferschiefer vor. Es wird dargestellt durch Überführung in Indiumsulfatlösungen und anschließende Elektrolyse. Elementares I. ist silberglänzend und sehr weich und gut dehnbar. I. könnte für ähnl. Zwecke wie → Gallium verwendet werden; wegen des noch viel höheren Preises wird es aber nur in einigen Lagermetallen als Legierungszusatz gebraucht. Die chem. Eigenschaften gleichen denen des Galliums, I. ist jedoch edler.

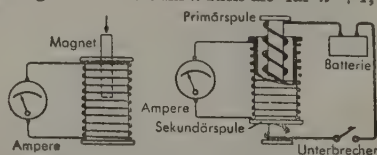
Indol, in ätherischen Ölen vorhandene organisch-chem. Verbindung, C₈H₇N, die Vereinigung eines Benzolrings mit einem Pyrrolring. I. entsteht bei der Fäulnis von Eiweißkörpern. Abkömmlinge des I. sind *Indoxyl* (→ Indigo), *Skatol*, der Eiweißbaustein *Tryptophan* und der Wuchsstoff *Heteroauxin*.

Indoxyl, 2-Oxyindol, ein Hydroxylderivat des Indols, → Indigo.

Induktanz, der induktive Widerstand.

Induktion, 1) WISSENSCHAFTSLEHRE: ein Schluß von singulären Sätzen auf einen allgemeinen; in den empirischen Wissenschaften *heuristisch* bedeutsam, obwohl zur Begründung einer Theorie, streng genommen, unzureichend. Gegensatz: Deduktion.

2) MATHEMATIK: Beweis- und Definitionsprinzip von der vollständigen I.: Gilt ein Satz für eine natürliche Zahl n , und folgt aus seiner Gültigkeit für eine beliebige natürliche Zahl n auch die für $n + 1$, so



Induktion: Erzeugung eines Induktionsstromes; links durch Bewegen eines Magnetstabes in einer Spule; rechts durch Öffnen und Schließen eines Gleichstromkreises durch einen Unterbrecher; in der Sekundärspule entsteht ein Wechselstrom.

gilt er für jede natürliche Zahl $n \geq n_0$. Auf diese Weise beweist man z. B. die Richtigkeit des binomischen Satzes ($\rightarrow$ Binom).

3) ELEKTRIZITÄTSLEHRE: a) Das *Induktionsgesetz* von FARADAY (1831) lautet: An den Enden einer Leiterschleife (Spule) entsteht eine elektr. Spannung (wird eine Spannung induziert), wenn und so lange sich der magnet. Fluß ändert, der die von der Schleife umschlossene Fläche durchsetzt; bei geschlossenem Stromkreis fließt ein Strom (*I*-Strom). Dies kann geschehen: durch Änderung der magnet. *I*., angewandt beim $\rightarrow$ Transformator; durch Relativbewegung eines Leiters und eines konstanten Magneten, angewandt beim $\rightarrow$ Generator; durch Änderung des Mediums, soweit es die Form des Magnetfeldes beeinflusst, z. B. durch die Schwingung der Membran eines Telephonhörers. Das durch den in einer Spule fließenden Strom erzeugte Magnetfeld kann auf die Spule selbst zurückwirken (*Selbstinduktion*). Stromänderung erzeugt an den Enden der Spule eine Spannung. Der *Selbstinduktionskoeffizient* *L* (*Induktivität*) gibt den Zusammenhang zwischen Spannung *U* und Stromänderung dI/dt an: $U = -L dI/dt$. Der Koeffizient L_{12} , der beim Transformator den Zusammenhang zwischen Änderung des Primärstromes dI_1/dt und Sekundärspannung U_2 angibt, $U_2 = -L_{12} dI_1/dt$, heißt *Gegeninduktivität*. – Die *I* ist eine Folge der engen Wechselbeziehungen zwischen elektr. und magnet. Feldern. Bewegungen elektr. Ladungen relativ zu einem magnet. Feld, so wird auf sie eine Kraft senkrecht zur Bewegungsrichtung und zur Richtung des Feldes ausgeübt (Lorentz-Kraft), die die Ladungen trennt oder zumindest eine der Ladungsarten (meist die negative, die Elektronen) bewegt. Die Anhäufung oder der Mangel von Ladungen an den Enden des Leiters ist mit dem Auftreten einer Spannung verbunden. Nach der *Lenz'schen Regel* nimmt der *I*-Strom diejenige Richtung an, durch die die ihn erzeugende Bewegung gehemmt wird.

b) *magnetische Induktion*, der in einer Drahtschleife beim Entstehen oder Verschwinden eines Magnetfeldes induzierte, auf die Flächeneinheit bezogene Spannungsstoß, gemessen in Vs/m² ($\rightarrow$ Magnetismus, $\rightarrow$ Feld).

Induktionskonstante, absolute Permeabilität des leeren Raumes, magnetische Feldkonstante, das Verhältnis μ_0 der magnet. Induktion $\mathcal{B}$ zur magnet. Feldstärke $\mathcal{H}$ im leeren Raum ($\mathcal{B} = \mu_0 \mathcal{H}$). Für μ_0 ist seit 1948 international der Wert $4\pi \cdot 10^{-7}$ Vs/Am festgelegt.

Induktionsmotor, ein Drehstrommotor, bei dem das rotierende Magnetfeld den Anker durch Induktion in Drehung versetzt ($\rightarrow$ Elektromotor).

Induktionsofen, ein elektr. Ofen, der im Prinzip wie ein $\rightarrow$ Transformator gebaut ist, $\rightarrow$ Industrieöfen.

Induktionsregler, $\rightarrow$ Drehtransformator.

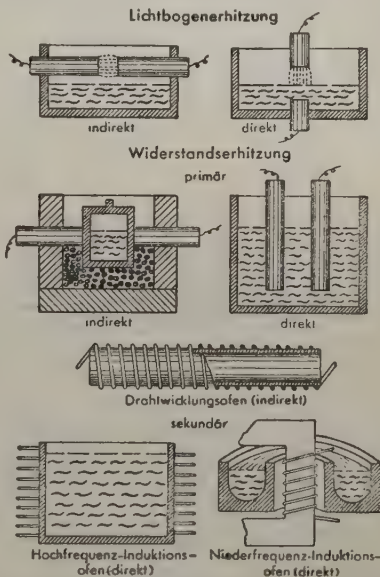
Induktionswaage, Prüfgerät zum Vergleich von Metallstücken hinsichtlich ihrer Zusammensetzung. Über zwei Isolierstoffrohre sind Induktionsspulen gewickelt, deren stromführende Primärwicklungen in Reihe geschaltet und an einen Summier oder sonstigen Unterbrecher angeschlossen sind. Die über einen Telephonhörer verbundenen Sekundärspulen sind entgegengesetzt gewickelt, so daß sich die induzierten Spannungen aufheben. Wird in den Hohlraum einer der Spulen ein Metall eingelegt, oder in beide Spulen je ein hinsichtlich Masse und Zusammensetzung verschiedenes, so wird im Hörer ein Ton wahrnehmbar. Besonders wichtig ist die *I*. für die Entdeckung falscher Münzen.

Induktivität, $\rightarrow$ Induktion.

Induktor, Kurzwort für $\rightarrow$ Funkeninduktor.

Industrieöfen gehören in der Werkstoffe erzeugenden und verarbeitenden Industrie zu den wichtigsten Einrichtungen, da fast jeder Stoff (Metall, Glas, Keramik, Gummi, Kunststoff) irgendeine Form der Wärmebehandlung (Trocknen, Glühen, Sintern, Schmelzen, Härten) durchläuft. Die Vielzahl der Heizeinrichtungen läßt sich auf wenige Grundformen zurückführen: In *Reaktionsöfen ohne Fremd-*

beheizung liefern die sich abspielenden Reaktionen selber genügend Wärme. Hierzu gehören Röstöfen, in denen schwefelhaltige Erze nach Zündung durch eine Zusatzvorrichtung allein weiterrosten, Gefäße für aluminothermische Reaktionen, und die Konverter, in die nach Eingeben der Schmelze Wind eingeblasen wird, der durch schnelle Verbrennung unerwünschter Verunreinigungen genügend Wärme für den Prozeß liefert. Bei mit *Brennstoff geheizten Öfen*, sind a) die Beschickung und der Brennstoff in einem Raum, wie bei dem *Hochofen* (Eisen) und anderen *Schachöfen* (Kupfer): sie dienen nur zum Schmelzen, oder b) Beschickung und Feuerung getrennt, aber die Flamme streicht über die Beschickung, wie in $\rightarrow$ Flammöfen, *Siemens-Martin-Öfen*, *Trommel- und Drehrohröfen*, sowie in unverschlossen eingesetzten Tiegeln; sie dienen vorzugsweise zum Schmelzen, oder ist c) die Beschickung in einem geschlossenen Raum vor der Berührung mit Brennstoff und Heizgasen geschützt, wie bei geschlossen eingesetzten Tiegeln, Muffeln, Saigerkesseln, Destilliergefäßen, Dampfkesseln usw.; sie dienen in einzelnen Ausführungen zum Schmelzen, in an-



Industrieöfen: elektrische Öfen (Schemata der wichtigsten Typen)

deren z. B. zur Wärmebehandlung im festen Zustand. Bei *Elektroöfen* werden unterschieden: 1) *Lichtbogenöfen, indirekt*: Die Beschickung bildet keinen Pol des Lichtbogens, sondern empfängt indirekt Wärme von ihm. 2) *Lichtbogenöfen, direkt*: Die Beschickung bildet einen Pol des Lichtbogens und steht direkt mit dem Lichtbogen in Berührung. 3) *Widerstandsöfen, indirekt*: Die Beschickung erhält Wärme indirekt von einem erhitzten Widerstand, wie Drahtspirale, Wicklung, Kohlestab, Silbistab, Kohletiegel, Graphittiegel, durch Kryptolpulver (gekörnte Kohle) erhitzte Tiegel u. dgl. 4) *Widerstandsöfen, direkt*: Die Beschickung wird selber als Widerstand in den Stromkreis eingeschaltet und so erwärmt. Bei *Induktionsöfen* bildet die Beschickung den Sekundärstromkreis eines Transformators, *Niederfrequenzöfen* haben einen Eisenkern, *Hochfrequenzöfen* nicht. Bei den *kombinierten Lichtbogen-Widerstandsöfen* liefert neben der direkten Lichtbogenerhitzung auch noch der Stromdurchgang durch die Beschickung eine nennenswerte zusätzliche Wärme. – Die Lichtbogenöfen sind fast ausnahmslos Schmelz-

öfen, die bes. für Elektrostahl und Ferrolegierungen technische Anwendung finden. Die direkte Widerstandserhitzung dient zum Schmelzen und zur Schmelzelektrolyse (Aluminium), die sekundär geschalteten Induktionsöfen zum Umschmelzen und Legieren von Stahl und Nichteisenmetalllegierungen. Die indirekten Widerstandsöfen benutzt man vielfach zum Schmelzen; zu ihnen gehört auch die große Gruppe der verschiedenartigsten Öfen und Geräte zur Wärmebehandlung einschließlich der Kocher, Tauchsieder, Heizplatten, Backhauben, Heizsonnen, Heißlufttrockner usw.

Industriereiniger, Reinigungsmittel für die Industrie, sind Gemische, die in der Hauptsache aus Alkalien, sowie Silikaten, Phosphaten u. a. bestehen. Zusätzlich enthalten sie häufig kleine Anteile spezifisch wirkender Netz- und Emulgiermittel, wie z. B. Fettsäurealkoholsulfate, Alkylbenzolsulfonate, Äthylenoxid-Addukte u. a. I. für die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie (Flaschen-, Milchkanneneinreinigung u. ä.) enthalten außerdem desinfizierende wirkende Chlorverbindungen oder Ammoniumsalze.

induzierter Widerstand eines Tragflügels ist der Anteil am Widerstand, der mit dem Auftrieb ursächlich zusammenhängt. Am Tragflügel entsteht Auftrieb, wenn der Druck auf der Oberseite (Saugseite) im Mittel geringer ist als auf der Unterseite (Druckseite). Der Druckunterschied zwischen Ober- und Unterseite bewirkt ein seitliches Ausweichen der Strömung, oben nach innen und unten nach außen, und erzeugt eine Wirbelschicht hinter dem Tragflügel, die bei entsprechender Idealisierung in Gestalt der Randwirbel auftritt. Da diese Verwirbelung laufend neu erzeugt werden muß, entsteht ein Widerstand, der i. W. Ein Tragflügel erfährt den kleinsten induzierten Widerstand

$$W_{\text{min}} = \frac{A^2}{\pi q b^2}$$

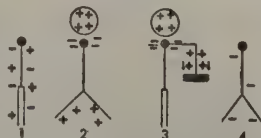
(A = Auftrieb, q = Staudruck = $\frac{1}{2} \rho v^2$, b = Spannweite des Tragflügels, ρ = Dichte der Luft, v = Fluggeschwindigkeit), wenn der Auftrieb in elliptischer Form über die Spannweite verteilt ist. Die Formel zeigt die Bedeutung einer großen Spannweite b für Tragflügel.

Infinitesimalrechnung, zusammenfassend für Differential- und Integralrechnung.

Influenz.

Bringt man einen Leiter in ein elektr. Feld, so werden durch die von dem Feld ausgeübten Kräfte in ihm positive und negative Ladungen getrennt. Leitet man den einen Teil der Ladungen ab, so bleibt der Leiter auch nach Abschalten des Feldes geladen, da nur die Ladungen, jetzt im Überschuss, zurückbleiben, die vom Feld festgehalten worden sind (→ Elektrizität).

Infrarot, → Ultrarot. I.-Photographie, Ultrarotphotographie, → Photographie.



Influenz: 1 ungeladenes Elektroskop (die Ladungen sind gleichmäßig verteilt); 2 bei Annäherung einer positiv geladenen Kugel trennen sich die Ladungen durch Influenz; 3 während die Kugel in der Nähe bleibt, wird das Elektroskop geladert, die positiven Ladungen können abfließen, die negativen werden festgehalten; 4 bei Entfernung der Kugel behalten die negativen Ladungen das Übergewicht: das Elektroskop bleibt negativ geladen.

Infrarotauge, Bezeichnung für die in Satelliten eingebauten Ultrarotbeobachtungsgeräte (→ Ultrarot).

Infraschall, die unterhalb der unteren Hörgrenze (16–20 Hertz) liegenden → elastischen Schwingungen in Erde, Wasser und Luft.

Infusorienerde, → Kieselgur.

INH, Abk. für → Isonikotinsäurehydrazid.

Inhalt, MATHEMATIK: Flächeninhalt, Rauminhalt, die Verallgemeinerung des Begriffes Länge einer Strecke auf zwei und drei Dimensionen. Zu einer befriedigenden Definition des I. gelangt man, wenn man die **Punktmengen**, denen ein I. zugeschrieben werden soll, im zweidimensionalen Fall durch ein Netz ganz in ihnen liegender kongruenter Quadrate ausschöpft (BILD) oder auch sie mit Quadraten überdeckt. Die Anzahl der benötigten Quadrate, multipliziert mit dem Quadrat der Kantenlänge a des Grundquadrates, führt nach einem Grenzübergang $a \rightarrow 0$ zum I. der Punktmenge. Im dreidimensionalen Fall ist entsprechend mit Würfeln statt Quadraten zu verfahren, z. B. die I. eines Kreises und einer Kugel vom Radius r : πr^2 und $\frac{4}{3} \pi r^3$. – Die Technik dieser Grenzübergänge behandelt die → Integralrechnung. Für komplizierte Punktmengen hat man ebenfalls auf verschiedene Arten I. erklärt, die man dann meist als Maß bezeichnet.



Inhalt

Inhibitoren, Stoffe, die bestimmte chem. Vorgänge, vor allem die Polymerisation (→ Kunststoffe), hemmen oder unterbinden.

Initialzündung, die Zündung eines schwerer entzündlichen durch einen leichter entzündlichen Sprengstoff, der die erforderlichen Anfangsgrößen (Temperatur, Druck) liefert, z. B. Knallquecksilber in einem → Geschöß.

Injektor, Strahlapparat zum Speisen von Dampfkesseln: Der Dampf tritt mit hoher Geschwindigkeit aus einer Dampfdüse in eine davorgeschaltete Mischdüse, saugt dabei Speisewasser durch den Stutzen an und gibt Energie an das entstehende Gemisch von Speise- und Kondenswasser ab, das dann unter hohem Druck durch eine Fangdüse in die Speiseleitung strömt.



Injektor: a Dampfdüse, a₁ Fangdüse, a₂ Speiseleitung, c Dampfdüsenkegel, c₁ Mischdüse, e Saugstutzen.

Inklination, 1) der Neigungswinkel, den die Ebene einer Planetenbahn mit der Ebene der Erdbahn einschließt. 2) Neigung des erdmagnet. Feldes gegen die Erdoberfläche.

Inklusionsverbindungen, die → Einschlußverbindungen.

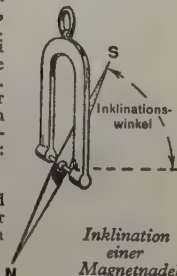
Inkohärent heißen zwei Lichtbündel, wenn sie keine → Interferenz ergeben können.

Inkohlung, Vorgang der Kohlenwerdung unter dem Einfluß von Druck und Temperatur; Umwandlungsreihe: Torf-Braunkohle-Steinkohle-Anthrazit-Graphit.

Inlett, daundendichter und echt gefärbter Bezugstoff für Federbetten aus Baumwolle in Körper- oder Atlasbindung.

Innere Umwandlung, der Vorgang bei der Aus-

sendung von Gammastrahlen durch Atomkerne, bei dem das Gammaquant seine Energie vollständig an ein Hüllenelektron des Atoms abgibt. An Stelle des Gammastrahls wird vom Atom ein Elektron abgegeben, dessen Energie um die Bindungsenergie dieses Teilchens an den Atomkern geringer ist als die Energie des Gammaquants. Je nachdem, ob dabei ein Elektron der K-, L- oder M-Schale das Atom verläßt, spricht man von K-, L- oder M-Umwandlung.



Inklination einer Magnetnadel

Inosinsäure, $C_{10}H_{13}N_4PO_8$, eine Nukleinsäure, von LIEBIG im Fleischextrakt entdeckt.

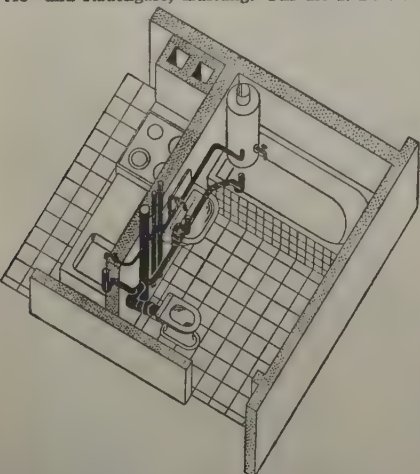
Inosit, Hexa-oxy-zyklohexan, $C_6H_8(OH)_6$, findet sich als optisch inaktiver Meso-I. im tier. Organismus (Muskel, Leber, Niere usw.), ist aber auch in der Pflanzenwelt als Hexaphosphorsäure-Ester, Phytinsäure, weitverbreitet. Als *Phytin* findet deren Kalzium-Magnesium-Salz therapeut. Verwendung.

Inoxydieren, METALLBEARBEITUNG: Erzeugung eines rostischen Überzugs auf guß- oder schmiedeeisernen Gegenständen durch Glühen in einer oxydierenden Atmosphäre (Generatorgas) bei Rotglut (800–900° C), wodurch sich auf der Oberfläche der Gegenstände ein gegen Wasser und feuchte Luft unempfindlicher Überzug von Eisen(II, III)-oxid (Fe_2O_3) bildet.

Insektizide, Chemikalien zur Bekämpfung von Schadinsekten. Hierzu gehören anorgan. I. wie Arsen- und Fluorverbindungen (Fraßgifte) oder Blausäure (Atemgift); Mineral- und Teeröle (meist Winterspritzmittel mit oviziden Eigenschaften); organ. Verbindungen aus pflanzl. Rohstoffen, wie Nikotin, Derris, Pyrethrum; synthet. organ. I. wie Nitrophenole und chlorierte Kohlenwasserstoffe, z.B. DDT, Hexachlorzyklohexan, Chlordan (Berührungsgifte mit länger anhaltender Wirksamkeit, relativ ungiftig für Wirbeltiere) sowie Phosphorsäureester (z.B. E 605) mit großer Wirkungsbreite (auch akarizid) und der Fähigkeit, in pflanzl. Gewebe einzudringen und darin verborgene Schädlinge abzutöten (z.T. sehr giftig). – Fast stets werden die insektiziden Wirkstoffe nicht in reiner Form verwendet, sondern in Verbindung mit „Trägerstoffen“, z.B. Gesteinsmehlen, Lösungs- und Netzmitteln, Emulgatoren. Die Präparate werden oft mit besonderen Geräten ausgebracht durch: Verdampfen, Verräuchern, Vernebeln, Sprühen, Spritzen, Verstäuben. Sonderformen sind Streu- und Gießmittel, Saatguteinpuderungs- und Ködermittel.

Insolation, durch Temperaturschwankungen bedingte Verwitterungserscheinungen.

Installation, die Planung, Vorbereitung und Einrichtung von Leitungen nebst Zubehör für Wasser, Gas, Elektrizität, Heizung, Abwasser, Ab- und Rauchgase, Lüftung. Um die I. zu ver-



Installation: Einbauwand (Braun)

einfachen und zu verbilligen, strebt man die Vereinigung aller I. an einer Wand (I.-Wand) an, die in der Regel die gemeinsame Trennwand zwischen Küche, Bad und Abort ist. Die I.-Zelle ist ein selbständiger Baukörper, der Rohr- und Drahtleitungen mit Armaturen, Prüf- und Steuergeräten enthält; wird fertig angeliefert und im Haus eingeschoben.

Instrument, Gerät, Werkzeug, z.B. zu techn. oder wissenschaftl. Messungen, Beobachtungen usw.

Insulin, ein den Kohlenhydratstoffwechsel regelndes Hormon, das in den Zellen der Langerhansschen Inseln der Bauchspeicheldrüse enthalten ist. I. ist ein Eiweißkörper, dessen Grundeinheit aus 51 Aminosäureresten das Molekulargewicht 5700 besitzt. Das Molekulargewicht des gesamten I.-Moleküls ist 35100. Beim Aufbau spielen Disulfidbrücken eine Rolle. Zur Herstellung werden die Bauchspeicheldrüsen von Schweinen, Kälbern und Rindern mit angesäuertem Alkohol ausgezogen. Auch Fischdrüsen enthalten I.

Das I. verleiht dem Organismus die Fähigkeit, den aufgenommenen Zucker zu verbrennen. Es reguliert zusammen mit dem antagonistisch wirkenden *Adrenalin* und dem ebenfalls in den Langerhansschen Inseln produzierten *Glukagon* den Blutzuckergehalt und spielt deshalb eine Hauptrolle bei der Behandlung des Diabetes. Das I. fördert den Aufbau des Glykogens in der Leber, das *Adrenalin* sowie Regulationszentren des Zentralnervensystems fördern den Abbau. Bei Lebererkrankungen und Mastkuren kann I. günstig wirken.

Integralbauweise, FLUGZEUGBAU: Bauverfahren, bei dem insbes. Flügelhaufelder mit ihren Längsversteifungen durch Fräsen aus vollen Leichtmetallplatten herausgearbeitet werden.

Integralgleichungen spielen in der mathemat. Physik und bei techn. Problemen eine große Rolle. In ihnen wird eine Funktion $f(x)$ durch eine Gleichung definiert, in der $f(x)$ unter dem Integralzeichen auftritt, z.B.

$$\lambda \int_a^b K(x, t) \cdot f(t) dt = f(x).$$

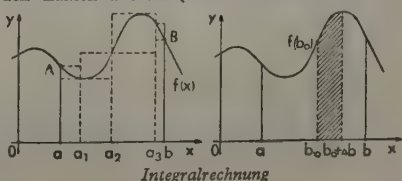
Hierbei ist der Kern $K(x, t)$ eine vorgegebene Funktion. Im allgemeinen ist die Gleichung nicht für alle Zahlen λ lösbar. Diejenigen, für die die I. sich lösen läßt, werden *Eigenwerte* der I. und ihre zugehörigen Lösungen *Eigenfunktionen* genannt.

G. HOEISEL: I. (1962).

Integralphotometrie, die Messung der Helligkeit eines Himmelskörpers innerhalb eines breiteren Spektralbereichs (Gegensatz $\rightarrow$ Spektralphotometrie).

Integralrechnung, Teilgebiet der Mathematik, entstanden aus dem Problem, den Inhalt solcher ebener Bereiche zu erklären, die von beliebigen Kurven begrenzt werden. Die I. bedient sich dabei der Untersuchung von $\rightarrow$ Grenzwerten und hängt eng mit der $\rightarrow$ Differentialrechnung zusammen.

Der *Inhalt* eines Rechtecks ist definiert als Produkt seiner Kantenlängen. Bei dem von drei Strecken und einer Kurve berandeten Streifen $abBA$ (BILD links) geht man so vor: Für eine Einteilung der Strecke ab durch endlich viele Teilpunkte $a_1, a_2, \dots$ zeichnet man die dem Streifen einbeschriebenen und umbeschriebenen Rechtecke. Der Inhalt des Streifens soll dann größer sein als die Summe der Inhalte der einbeschriebenen Rechtecke (Untersumme) und kleiner als die Summe der Inhalte der umbeschriebenen Rechtecke (Obersumme). Bei Verfeinerung der Einteilung werden die Untersummen größer und die Obersummen kleiner, doch ist jede Untersumme kleiner als jede beliebige Obersumme. *Innerer Inhalt* heißt die „kleinste Zahl, die alle Untersummen übertrifft“ (präziser: deren „obere Grenze“), *äußerer Inhalt* analog die „größte Zahl unterhalb aller Obersummen“. Stimmen diese beiden Zahlen überein (was durchaus nicht immer



Integralrechnung

Integrieranlage – Intensität

der Fall ist), so spricht man vom *Inhalt* schlecht-hin.

Wird dabei die Kurve AB in einem rechtwinkligen Koordinatensystem durch eine Gleichung $f(x) = y$ definiert, so sagt man, die Funktion $f(x)$ sei im Intervall (a, b) integrierbar und nennt die den Inhalt darstellende Zahl I das (bestimmte) *Riemannsche Integral* von $f(x)$, erstreckt über (a, b) , symbolisch

$$I = \int_a^b f(x) dx.$$

Hierbei ist das Zeichen $\int$ ein stilisiertes S und weist auf die bei der Definition auftretenden Näherungssummen (Unter- und Obersummen) hin; dx deutet die Einteilung der Strecke ab auf der x -Achse in Teile an, deren Länge die Differenzen $a_1 - a_0$ usw. sind. $f(x)$ heißt der *Integrand*.

Verändert man bei festgewählter Funktion $f(x)$ und festgehaltenem Anfangspunkt a des Intervalles (a, b) den Endpunkt b , so ändert sich auch das Integral, es wird zu einer Funktion $F(b)$ der Variablen b . BILD rechts zeigt, daß das Integral über (b_0, b) gleich $F(b) - F(b_0)$ ist. Der die Differentialrechnung und I verknüpfende *Fundamentalsatz* besagt, daß die Funktion $F(b)$ differenzierbar ist nach b und daß der Wert der Ableitung $F'(b_0)$ ($\rightarrow$ Differentialrechnung) an einer Stelle b_0 gleich dem Wert des Integranden f an dieser Stelle ist, vorausgesetzt, daß der Integrand $f(x)$ eine stetige Funktion von x ist. Da $F'(b_0)$ der Grenzwert der Differenzenquotienten

$$\frac{F(b_0 + \Delta b) - F(b_0)}{\Delta b} \text{ für } \Delta b \rightarrow 0 \text{ ist, leuchtet der}$$

Fundamentalsatz auch anschaulich ein, wenn man bedenkt, daß der Zähler der Inhalt des im BILD

rechts schraffierten Gebietes ist. Wegen $\int_a^b f(x) dx =$

$F(b) - F(a)$ genügt es zur bestimmten Integration, für den Integranden $f(x)$ eine *primitive* oder *Stammfunktion* F zu finden, deren Ableitung gerade $f(x)$ ist. Die Funktion F nennt man auch das *unbestimmte Integral* von f , weil sie wegen des Anfangspunktes a des Integrationsintervalls, über den man noch frei verfügen kann, nur bis auf eine additiv hinzutretende Konstante durch die Funktion f bestimmt ist.

Für Funktionen zweier und mehr Variabler definiert man die Integrale analog, indem man statt von der Kurve C in der Ebene z.B. bei zwei Variablen von einer der Funktion $f(x, y)$ veranschaulichenden Fläche im Raum ausgeht (*Gebietsintegrale*). – Die *numerische Integration* umfaßt alle Verfahren zur näherungsweise Berechnung bestimmter Integrale. *Maschinelle Integration* $\rightarrow$ Integriergerät, $\rightarrow$ Integrieranlage.

Literatur $\rightarrow$ Differentialrechnung.

Integrieranlage, Differential-Analysator, Differentialgleichungsmaschine (TAFEL Mathematische Maschinen und Instrumente), hochentwickeltes mathemat. Instrument zum Lösen (Integrieren) von Differentialgleichungen, die sich formelmäßig nicht lösen lassen oder die mit abgeordneten Zahlenwerten wiederholt gelöst werden müssen. Eine I arbeitet mechanisch oder elektronisch und liefert die Lösung meist als gezeichnete Kurve. Grundbausteine sind stetig arbeitende Rechenge-räte, die nur mathemat. Grundoperationen erledigen: *Addier- und Multipliziergeräte, Integriergeräte, Funktionstische* mit Kurvenabstastern zum

Abgreifen von Funktionskurven. Diese Rechenge-räte werden von Fall zu Fall so miteinander ver-koppelt, daß ihr Zusammenschluß die zu lösende Differentialgleichung abbildet. Das Verkoppeln ge-schieht mechanisch über Wellen und Zahnräder oder elektrisch durch Zusammenstecken an einer *Kopplungstafel*. Eine Ergebnistafel oder mehrere gleichzeitig werden auf *Ergebnistischen* mit Schreib-federn oder mit Kathodenstrahlröhren gezeichnet. Mit I kann man hauptsächlich Anfangswertpro-bleme bei gewöhnlichen, auch nichtlinearen Diffe-rentialgleichungen bearbeiten, z. B. die Bahnen von Elektronen im elektr. Feld berechnen, deren Lage, Bewegungsrichtung, Geschwindigkeit usw. am An-fang der Bahn bekannt sind.

Einfache mechan. I . für Sonderzwecke mit wenig veränderbarer Verkopplung kommen als $\rightarrow$ Kom-mandogeräte bei der Geschützsteuerung und als $\rightarrow$ Fahrdiagrammen bei der Eisenbahn-Fahrplanbe-rechnung vor. I . hoher Genauigkeit werden haupt-sächlich in Einzelstücken für zentrale wissenschaft-liche Forschungsstellen gebaut.

Integriergerät, Integrator, mathemat. Instru-ment, das eine veränderliche mathemat. Größe inte-griert, d.h. aus einer gegebenen Funktion (Kurve) deren Integral (Integalkurve) erzeugt ($\rightarrow$ Integral-rechnung). Der *Integraph* zeichnet die Integalkurve, wenn man mit seinem Fahrstift einer zu integrieren-den Kurve nachfährt. Dabei wird die Steigung der Integalkurve mit Hilfe des Schneidenrades gewon-nen, das wegen seiner scharfen Laufkante nur in seiner eigenen Richtung auf der Unterlage abrollen, nicht aber seitlich gleiten kann.

Auch das $\rightarrow$ Planimeter ist ein I . Eine Sonder-form, das *Integrimeter*, liefert das Integral der nach-gefahrenen Kurve von Punkt zu Punkt als Meßrollen-ablesung. Andere mechanische I . sind aus Kugel und Walze, mit einem Kreisell oder als Gonellagetriebe ($\rightarrow$ Rechengetriebe) aufgebaut. – *Elektronische I*. nutzen meist die Integralbeziehung an einem Kon-densator aus. Der zu integrierende Vorgang wird als zeitlich veränderlicher Ladestrom $i(t)$ zuge-führt, der Integralvorgang als Spannung $u(t)$ am Kondensator mit der Kapazität C abgegriffen:

$$u(t) = \frac{1}{C} \int i(t) dt. \text{ Wichtiges Anwendungsgebiet}$$

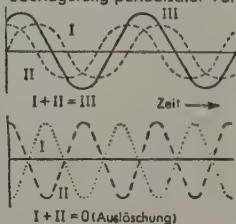
sind elektronische $\rightarrow$ Integrieranlagen.

integrierte Schaltung, eine Bauweise zur Ver-kleinerung (Miniaturisierung) der Abmessungen einer elektr. Schaltung; die aktiven und passiven Elemente einer Baugruppe, z. B. einer Verstärker-stufe, werden auf eine Trägerplatte aus Isolierma-terial aufgebracht, wobei die passiven Elemente (Widerstände, Kondensatoren, Spulen) und die Verbindungsleitungen durch Aufdampfen oder Aufstäuben von leitendem Material hergestellt und die aktiven Elemente (Transistoren, Dioden) in fer-tiger Form auf- oder eingesetzt werden. Die Weiter-entwicklung führt zur $\rightarrow$ Festkörperschaltung.

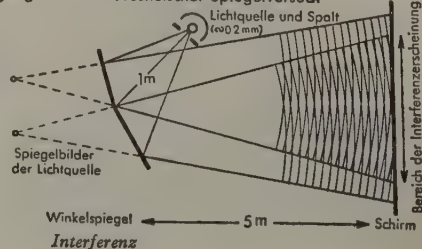
Integritätsbereich, $\rightarrow$ Ring.

Intensität, PHYSIK: vor allem die Stärke einer Strahlung (z. B. Schall, Licht, Röntgen- und Teilchen-Strahlen). Bei Wellenvorgängen ist die I . gleich dem Quadrat der Wellenamplitude. Die I . wird mit Hilfe von Strahlungsmessern (z. B. Schall-

Überlagerung periodischer Vorgänge



Fresnel'scher Spiegelversuch



druckmesser, Photometer) gemessen, die I. energie-reicher Strahlen durch die ausgelösten Ionisations-prozesse oder Kernreaktionen.

Interferenz, PHYSIK: das Zusammenwirken von mehreren Wellen bei gleichzeitigem Passieren des gleichen Ortes: Die resultierende Amplitude ist je- weils gleich der Summe der Amplituden der ur- sprüngl. Wellen. Zwei interferierende Wellen gleicher Wellenlänge, gleicher Amplitude und gleicher Phase verstärken sich also (*I.-Maximum*); sind sie dagegen um eine halbe Wellenlänge gegeneinander verschoben, so löschen sie sich vollständig aus (*I.-Minimum*): Bei Lichtwellen tritt Dunkelheit, bei Schallwellen Stille, bei Wasserwellen Ruhe ein.

Bei den elektromagnet. Wellen ist im Bereich der Rundfunkwellen der ungleichmäßige Empfang des Gleichwellenrunds etwa in der Mitte zwischen zwei Gleichwellensendern auf I. zurückzuführen. Der *Schwind* (*Fading*) entsteht durch I. zweier Wellenzüge desselben Senders, die auf verschie- denen Wegen etwa als Boden- und als Raumwelle unter schwankenden Störungseinflüssen zum Emp- fänger gelangen. Bei *Lichtwellen* kann I. nur dann beobachtet werden, wenn die beiden Lichtbündel miteinander *kohärent* sind: sie müssen dieselbe Wellenlänge und Polarisationsrichtung haben, fer- ner müssen sie entweder aus einem einzigen Licht- bündel durch Spaltung an einem halbdurchlässigen Spiegel hervorgegangen sein oder von derselben nicht zu großen Stelle einer Lichtquelle unter einem nicht zu großen Winkel ausgehen, und schließlich darf der Wegunterschied der beiden Bündel von der Lichtquelle bis zum Beobachter höchstens wenige Meter betragen. Der Grund dafür ist, daß das Licht nicht wie eine Rundfunkwelle oder eine Schallwelle als ungedämpfte Welle ausgesandt wird, sondern in kurzen Wellengruppen (Quanten) von einzelnen Atomen während etwa 10^{-8} s und in einer Länge (Kohärenzlänge) von höchstens wenigen Metern.

Eine experimentelle Anordnung zur Erzeugung von Licht-I. ist der *Fresnelsche Spiegelversuch* (BILD). Zwei schwach gegeneinander geneigte Spie- gel werden von einer Lichtquelle mit Spalt beleuch- tet. Das Licht wird von den Spiegeln so reflektiert, als ob es von hinter den Spiegeln liegenden ‚virtuel- len‘ Lichtquellen käme. Bei einfarbigem Licht sieht man auf einem weißen Schirm helle und dunkle I.-Streifen, deren Breite von der Wellenlänge des Lichtes abhängt. Mit weißem Licht werden die dunklen Streifen, abgesehen von den ersten, far- big.

Preßt man eine Glaslinse gegen eine ebene Glas- platte, so beobachtet man um die Berührungsstelle herumlaufende helle, dunkle und farbige konzen- trische Ringe (*I.-Farben*), die *Newtonschen Ringe*. Sie entstehen durch I. der beiden Lichtbündel, die an der Vorder- und Rückseite des Luftraumes zwi- schen Platte und Linse reflektiert werden (*Kurven gleicher Dicke*). Dieselbe Erscheinung läßt sich an einem zwischen Glasplatten gepreßten Photofilm beobachten. Ähnlich entstehen die *Farben dünner Plättchen*. Konzentrische I.-Ringe beobachtet man auch bei I. an einem sehr dünnen (wenige μ) plan- parallelen Glimmerblatt durch Reflexion an der Vor- und Rückseite, wenn die reflektierten monochroma- tischen Strahlen auf einem rückwärtigen Schirm, gegen den die Lichtquelle abgedeckt ist, aufgefangen werden. Bei entsprechender opt. Anordnung er- geben alle Strahlen mit gleichem Neigungswinkel im Blättchen – gegen dessen Oberflächen – einen zusammenhängenden Interferenzstreifen, d. h. hier einen gleichfarbigen Kreis (*Kurven gleicher Neigung, Haidingersche Ringe*).

Röntgenstrahlen erfahren I. und Beugung an räuml. Kristallgittern, Materiewellen (Elektronen-, Atom- und Neutronenstrahlen) an Kristalloberflächen (Kreuzgittern) und räuml. Kristallgittern.

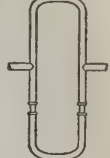
R. W. POHL: Einführung in die Optik (©1954).

Interferenzfilter, → Lichtfilter.

Interferenz-Mikrometer, ein in Verbindung mit dem astronom. Fernrohr verwendetes Gerät zum Messen von Distanz und Positionswinkel der

beiden Komponenten eines Doppelsterns. Es arbei- tet im wesentlichen wie das → Interferometer.

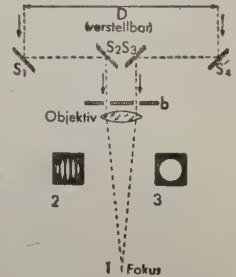
Interferenzrohr, eine Rohr-Anordnung zur Messung von Schallwellenlängen nach G. QUINCKE (1866). Das eine U-Rohr kann posaunenartig ausge- zogen werden. Schall, der in eines der Ansatzrohre eintritt, wird ausgelöscht, wenn der Wegunterschied über die beiden Um- wege gleich einem ungeradzahli- gen Vielfachen der halben Wellenlänge λ ist. Die Kombination mehrerer I. oder allgemein von resonanzfähigen Gebilden ermöglicht die Auslöschung in einem breiten Frequenzband (*Interferenzröhrenfilter*). Anwendung bei den Auspuffdämpfern der Kraftfahr- zeuge.



Interferometer, meist opt., auch *Interferenzerscheinungen* für Messungen ausnützen. Beim *Michelson-I.* werden die beiden zu reflektierenden Strahlenbündel durch einen halbdurchlässigen Spiegel getrennt und in einen Strahlenweg eine Kompensations- platte eingefügt, die den Glasweg in beiden Bündeln gleich groß macht. Das *Twyman-Green-I.* ist ein abge- wandeltes Michelson-I. für die Prüfung von Prismen und opt. Sys- temen.

In der ASTRONOMIE werden I. als Zusatz- geräte zum Fernrohr zur Messung der scheinbaren Durch- messer von Fixsternen verwendet (BILD): Zu jedem scheinbaren Stern durchmesser gehört ein Abstand D der beiden äußeren Spiegel S_1, S_2 , bei dem das Interferenzsystem verschwindet und der als Maß dient.

astronomisches Interferometer:
1 Schema, 2 fokales Sternbild (vergrößert) mit, 3 ohne Interferenzstreifen.



intergalaktische Materie, ASTRONOMIE: staub- oder gasförmige, im Raum zwischen den Stern- systemen diffus verteilte Materie äußerst geringer Dichte (→ interstellare Materie).

Interglazialzeit, → Pleistozän.

intermetallische Verbindungen treten häufig als Gefügebestandteile der Legierungen auf und können auch meist durch Zusammenschmelzen der Komponenten in passenden Mengenverhältnissen dargestellt werden. Die Zusammensetzung ent- spricht vielfach nicht genau stöchiometrischen Ver- hältnissen, sondern besitzt eine gewisse Variations- breite, die man als *Homogenitätsgebiet* bezeichnet.

Internationale Einheiten, abgek. I. E., kon- ventionelle Maßeinheiten zur empirischen Festlegung der Wirkstoffgehalte, bes. in noch chemisch unrei- nen biolog. Präparaten. Die Festlegung geschieht meist durch Tierversuche; wichtig für die Standar- disierung von Vitamin- und Hormonpräparaten.

Interpolation, Einschaltung weiterer Zahlen zwischen die Zahlen einer gegebenen Folge, so daß die neue Folge so glatt wie möglich verläuft. Die I. ist wichtig für die angewandte Mathematik (z. B. Ab- lesen von Werten aus Tafeln) und die reine Mathe- matik. Die einfachste Form der *graphischen I.* ist die Verbindung zweier Punkte durch eine Gerade oder eine der Schätzung entsprechende Freihandkurve; die einfachste Form der *rechnerischen I.* ist die Errechnung von Zwischenwerten nach der Methode des gewogenen arithmetischen Mittels.

F. A. WILLERS: Methoden d. prakt. Analysis (©1957).

Interstadial, I.-Zeit, Zeiten wärmeren Klimas von kürzerer Dauer während des Pleistozäns brach- ten starken Eisrückgang und Bodenbildung im nicht

vereinsten Raum, ohne aber bis zur Dauer und Erwärmung einer Zwischenzeit zu führen.

interstellare Materie (TAFEL Sterne), staub- und gasförmige, diffus in der Milchstraßenebene verteilte kosmische Materie, die auch in anderen Sternsystemen vorkommt. Die *staubförmige i. M.* besteht aus feinsten Teilchen von der Größenordnung der Wellenlänge des sichtbaren Lichtes, wahrscheinlich Metalle (Eisen), vielleicht aber auch dielektrisches Material. Die durchschnittliche Raum-dichte beträgt etwa 10^{-26} g/cm³. Sie absorbiert das hindurchgehende Sternlicht, bewirkt dessen Verfärbung nach rot hin und ruft eine Polarisierung hervor. An manchen Stellen verdichtet sie sich zu *Dunkelwolken*, die durch ihre Absorption die unregelmäßige Helligkeitsverteilung in der Milchstraße verursachen. Die kleinsten Dunkelwolken von einigen Lichtjahren Durchmesser, die besonders dicht sind (*Globulen*), stellen vielleicht das Urstadium eines Sterns dar. Wird die staubförmige i. M. von nahen und hellen Sternen beleuchtet, so tritt sie als *diffuser Reflexionsnebel* in Erscheinung (Teile des Orionnebels), deren Durchmesser bis zu 100 Lichtjahren betragen. Die *gasförmige i. M.* tritt uns am deutlichsten in den *Emissionsnebeln* entgegen, die hauptsächlich aus Wasserstoff, Helium, Sauerstoff, Stickstoff und Neon bestehen, mit einer Dichte von etwa 10^{-28} bis 10^{-24} g/cm³. Wasserstoffgas in etwas geringerer Dichte ist fast überall in der Milchstraße vorhanden. Andere Bestandteile der gasförmigen i. M. sind durch ihre Linienabsorption in den Sternspektren zu erkennen, wobei diese Linien sich von denen der Sternatmosphären durch einen Wellenlängenunterschied oder durch abweichendes Aussehen und andere Struktur unterscheiden. An chemischen Elementen sind identifiziert: Kalzium, Kalium, Natrium, Eisen, Titan und die Moleküle CH und CN. Die durchschnittliche Dichte dieses Gases dürfte 10^{-29} g/cm³ sein. *Interstellares Gas* ist also viel häufiger als Staub. Innerhalb unseres Milchstraßensystems konzentriert sich die i. M. in den Spiralarmen, wo sie in enger Beziehung zur Entstehung von Sternen steht. W. BECKER: Sterne und Sternsysteme (*1950).

Intervall, 1) der Abstand zweier Töne voneinander, gemessen durch das Verhältnis ihrer Schwingungszahlen. Es entspricht z. B. die Oktave dem Verhältnis 2:1, die Quinte 3:2, Quarte 4:3 usw. (→ Ton). **2)** MATHEMATIK: Das I. (*a, b*) besteht aus allen reellen Zahlen zwischen *a* und *b*, insbes. in der Geometrie aus den Punkten einer Strecke.

Intrusion, das Eindringen eines Eruptivgesteins in eine Sedimentgesteinsfolge oder ein älteres Massengestein, ohne Aufstieg zur Erdoberfläche (*Intrusivgesteine*). Gegensatz: *Extrusion, Eruption*.

Invar, eine Legierung aus 35,5 % Nickel, 0,3 bis 0,5 % Kohlenstoff, Rest Eisen, mit sehr geringer Wärmeausdehnung, geringer Wärmeleitfähigkeit und hohem elektr. Widerstand. Verwendung für Meßinstrumente, physikal. Geräte, als Stege bei Kolben von Verbrennungsmotoren.

Invariante, 1) MATHEMATIK: eine durch eine Zahl ausdrückbare Eigenschaft, die sich nicht ändert bei jeweils näher festzulegenden → Abbildungen oder → Transformationen des Gegenstandes. Beispiele: → Geometrie. **2)** PHYSIK: eine im Gegensatz zu den Komponenten eines Vektors oder Tensors vom benutzten Koordinatensystem unabhängige Größe. *adiabatische I.* → Adiabatenhypothese.

inverse, umgekehrt (→ Funktion).

Inversion, 1) die Umkehrung des opt. Drehungsvermögens von Stoffen, z. B. Zuckerarten. **2)** KRISTALLOGRAPHIE: → Kristall. **3)** MATHEMATIK: die Umstellung zweier Elemente einer Kombination (*ab* und *ba*). I. am Kreis → reziprok. **4)** Temperaturumkehr in der Atmosphäre, d. h. Zunahme der Wärme mit der Höhe statt der normalen Abnahme, bes. im Winter bei ruhiger Luft in Gebirgsbecken und in der Stratosphäre.

Invertzucker, Gemisch von Trauben- und Fruchtzucker, dreht die Ebene des polarisierten Lichts im entgegengesetzten (inversen) Sinn wie der

ursprüngl. Zucker. Der I. kristallisiert schlecht; er wird zur Herstellung von Kunsthonig verwendet.

Involution, MATHEMATIK: eine projektive Transformation, die gleich ihrer Umkehrung ist.

Io, chem. Zeichen für → Iod.

Ionen, elektrisch positiv oder negativ geladene Teilchen von Atom- oder Molekülgröße. In Gasen entstehen I. dadurch, daß Atome oder Moleküle ein oder mehrere negativ geladene Elektronen aufnehmen (*negative I.*) oder aus ihrem Elektronenbestand abgeben (*positive I.*). Die Abspaltung von Elektronen (*Ionisation*) erfordert die Zuführung von Energie (*Ionisationsenergie*) durch Einstrahlung von Licht oder Röntgenstrahlen (Photoeffekt, *Photoionisation*), durch Beschuß mit energiereicheren geladenen Teilchen (Elektronen, Mesonen, Ionen, *Stoßionisation*), oder durch hohe Temperatur (*thermische Ionisation*). *I.-Strahlen* entstehen durch Beschleunigung von I. in elektr. oder magnet. Feldern. In der höheren atmosphär. Schicht wirkt das Sonnen-UV ionisierend (→ Ionosphäre); in der Sonnenatmosphäre kommen sogar 10–14fach ionisierte Eisen- und Kalziumatome vor (→ Korona). Die Größe der Ionisationsenergie kann auch charakterisiert werden durch die *Ionisierungsspannung*, d. h. die Spannung, die ein Elektron in einem elektr. Felde frei durchlaufen haben muß, um die erforderl. kinet. Mindestenergie zu erhalten (Argon z. B. 12 Volt). – In Elektrolyten entstehen I. durch → Dissoziation von Molekülen in zwei entgegengesetzt geladene Bestandteile infolge der Temperaturbewegung. Positive I. laufen im elektr. Feld zur Kathode (*Kationen*), negative I. (*Anionen*) zur Anode.

I. bewirken die elektr. Leitfähigkeit von Gasen (neben Elektronen), Elektrolyten in Lösung oder in der Schmelze und in elektr. Halbleitern. Die *I.-Beweglichkeit* ist die Geschwindigkeit der I. in einem elektr. Felde bei der Feldstärke 1 Volt/cm. Sie hat in Gasen bei normalem Druck die Größe bis zu etwa 1 cm/s, in Elektrolyten etwa 10^{-2} cm/s.

Ionenantrieb, der geplante Antrieb von Raumfahrzeugen durch einen gerichteten Strahl hochbeschleunigter Ionen, der ähnlich dem Gasstrahl beim Strahltriebwerk aus dem Fahrzeug austritt. In Entwicklung befinden sich I., bei denen die erforderliche elektr. Energie durch einen Kernreaktor gewonnen wird; erwogen wird auch die Verwertung von Sonnenenergie durch Halbleiter oder thermionische Wandler. Zur Erzeugung von Ionen wird Zäusdampf auf ein heißes Platin- oder Wolframgitter geleitet. Die Zäusionen werden durch ein elektr. Feld von 6000 bis 20000 V hoch beschleunigt und vereinigen sich hinter dem Fahrzeug mit Elektronenströmen wieder zu neutralen Atomen. Eine andere Ionenquelle ist das *Plasmatron* nach v. ARDENNE, bei dem durch eine elektr. Entladung ein neutrales Plasma erzeugt und durch ein starkes Magnetfeld komprimiert wird, wodurch der Ionisationsgrad stark anwächst.

Ionenaustauschchromatographie, Verfahren zur Trennung von Stoffgemischen auf Grund ihrer verschiedenen Haftfähigkeit an hochmolekularen → Austauschharzen. Das Stoffgemisch wird als Aufschlammung auf eine senkrechte Austauschersäule gegeben, an deren oberem Ende es hängen bleibt, und dann durch verdünnte Säure oder Base steigender Konzentration wieder ausgewaschen; dadurch lösen sich die einzelnen Gemischteile nacheinander und können getrennt aufgefangen werden.

Ionenaustauscher, anorgan. oder organ. Stoffe, die ihre eigenen Ionen gegen andere austauschen können, ohne dadurch ihre Stabilität zu ändern. Die *anorganischen I.* sind meist Silikatminerale vom Typ der Zeolithe, die z. B. Natrium-Ionen in den Kanälen ihrer stabilen Gitterskelette gegen eine äquivalente Menge Kalzium-Ionen austauschen können. Der Vorgang ist reversibel, je nachdem welche Ionenart im Überschuß vorhanden ist. Synthetische Zeolithe, z. B. Permutite, werden zum Entärthen von Wasser durch Befreien von Kalzium verwendet. *Organische I.* sind hochpolymere Kunstharze, an die

negative oder positive Gruppen gebunden sind; diese können Kationen oder Anionen binden, die wiederum austauschbar sind. Sie werden zur Entscheidung (Entscheidung) von Wasser verwendet, ebenso zur Trennung, Gewinnung, Reinigung und Analyse von Aminosäuren, Vitaminen, Alkaloiden u. a.

Ionenfalle, eine Einrichtung in der → Bildröhre für Fernsehpippen zur Verhinderung des Auftreffens von Ionen auf den Leuchtschirm. Die Ionen würden wegen ihrer großen Masse die Leuchtsubstanz zerstören.

Ionenquelle, Anordnung zur Erzeugung von Ionenstrahlen im Vakuum. Die Ionisierung findet in einem Raum mit geeignet gewähltem Druck statt (Gasentladung, Lichtbogen, Stoßionisation); aus diesem werden die Ionen durch feine Öffnungen mit Hilfe eines elektr. Feldes abgesaugt.

Ionisationskammer, Gerät zum Messen der Strahlungsintensität eines radioaktiven Präparates oder der kosm. Ultrastrahlung, eine Weiterentwicklung des → Ionometers: Eine stab- oder plattenförmige Elektrode ragt isoliert ins Innere eines metall. Topfes, der in der einfachsten Ausführung der I. die zweite Elektrode bildet. Zwischen beiden liegt eine Spannung von einigen hundert bis einigen tausend Volt. Die durch die Strahlung erzeugten Ionen wandern zu den Elektroden und ergeben einen Strom, der mit Hochohmwidstand und Elektrometer oder Galvanometer nachweisbar ist.

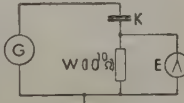
Ionisator, Gerät zur Beseitigung elektrostat. Aufladungen durch Erhöhung der Leitfähigkeit der Luft mittels Ionisation. Die Ionen werden durch stille Entladungen (*Hochspannungs-I.*) oder durch radioaktive Präparate (*radioaktiver I.*) erzeugt. Auch durch einfache Anbringung von Spitzen können unerwünschte Ladungen beseitigt werden (*Spitzen-I.*).

Ionium, Io , radioaktives Isotop des → Thoriums mit der Massenzahl 230, gehört der Uran-Radium-Zerfallsreihe an (→ Radioaktivität).

Ionogramm, Diagramm, das die Abhängigkeit der Frequenzen von der Ionosphäre reflektierten Kurzwellen von der Höhe wiedergibt.

Ionometer, 1) Gerät zum Messen der Wasserstoff-Ionenkonzentration (pH -Wert) einer Lösung durch Bestimmung der Potentialdifferenz zwischen einer Bezugselektrode (Kalomel) und der Meßelektrode (Wasserstoff, Chinhydrin, Antimon) mit einer stromlos arbeitenden Kompensationsschaltung. Ein I. mit graph. Registrierung heißt *Ionograph*.

2) Gerät zum Messen oder zum Vergleich der Strahlungsstärke radioaktiver Präparate. Es besteht aus einem Plattenkondensator K mit Luft oder einem anderen Gase als Dielektrikum, dessen eine Platte mit einer Hochspannungsquelle G , dessen andere Platte über einen Hochohmwidstand W mit der Erde verbunden ist. Durch die vom Meßpräparat ausgelösten Ionisationsvorgänge im Dielektrikum fließt ein Strom, der einen mit einem Elektrometer E leicht meßbaren Spannungsabfall erzeugt (BILD).



Ionometer: Schaltbild

Ionon, ein Riechstoff der Veilchen und der Iriswurzeln, chemisch ein Keton. Isomer mit ihm ist das synthetisch hergestellte *Pseudo-I.*, von gleichem Geruch; in der Parfümerie verwendet.

Ionosphäre, der durch erhöhte Ionisierung der Moleküle gekennzeichnete Teil der Hochatmosphäre. Die Überwachung der I. durch Echolotung mit veränderl. Frequenz hat die Existenz mehrerer Schichten mit maximaler Ionisierung erwiesen:

Die *D-Schicht* reflektiert elektromagnet. Wellen im Längstwellenbereich um 50 kHz, während die kürzeren Wellen gedämpft werden. Die sehr regelmäßige *E-Schicht* (*Kennelly-Heaviside-Schicht*) bildet sich bei Sonnenaufgang in der Schicht maximaler Dissoziation von molekularem Sauerstoff, erreicht mittags ein Maximum, verschwindet aber nachts nicht ganz. Oft kann über ihr eine *E_s-Schicht* beobachtet werden. Wichtig ist die unregelmäßig auftretende *abnormale* oder *sporadische E_s-Schicht*, die in Form wandernder Ionenwolken vorwiegend nachts im Zusammenhang mit Polarlichtern auftritt. Besondere prakt. Bedeutung hat die *F₂-Schicht*, die sich infolge der äußerst geringen Luftdichte dieser Höhen und der sehr langsamen Wiedervereinigung zwischen Elektronen und positiven Ionen während der Nacht unter Absinken aufrechterhält. Sie hängt stark von der Sonnenaktivität ab. *F₁*- und *F₂*-Schicht heißen zusammen auch *Appleton-Schicht*. Selten beobachtet man bei Störungen in der *F*-Schicht noch eine *G-Schicht* in 400–500 km Höhe, die normalerweise gegen die Echolotung abgedeckt ist. Für die Reflexion der Kurzwellen sind allein die freien Elektronen verantwortlich; der Brechungsindex hängt von der Dichte der Elektronen wie von der Frequenz der Wellen ab.

In der I. sind Winde mit Geschwindigkeiten bis zu mehreren 100 m/s nachgewiesen. Außerdem bewirken die Sonnen- und Mondgezeiten regelmäßige Bewegungen der ionisierten Luftschichten relativ zum erdmagnet. Feld. Dadurch entstehen elektr. Ströme von mehreren 10000 A, deren magnet. Wirkung ihrerseits den Hauptteil der regelmäßigen erdmagnet. Variationen hervorruft (→ Erdmagnetismus).

Der *Mögel-Dellinger-Effekt* ist ein Aussetzen des Kurzwellenempfangs auf der sonnenbeschienenen Erdhalbkugel, bewirkt durch eine durchdringende UV-Strahlung der Sonne, die im Gebiet der I. erhöhte Ionisation hervorruft. *I.-Stürme* werden durch Wasserstoffkerne, Kalziumionen u. a. Teilchen hervorgerufen, die mit Geschwindigkeiten bis zu 2000 km/s von der Sonne ausgeworfen werden. Gerät die Erde in einen solchen Gasstrahl, so werden die Teilchen in die Polarlichtzone abgelenkt und rufen dort Polarlicht und Ionisationsstörungen hervor („Ausblasen“ der *F₂-Schicht*, Nordlicht-E-Schicht, in schweren Fällen vollständige Absorption der Kurzwellen). Die dabei entstehenden Ladungsverschiebungen entsprechen elektr. Strömen von einigen Mio Ampere, deren Magnetfeld auf der Erde die *magnetischen Stürme* hervorruft.

In Deutschland wird I.-Forschung seit 1931 (Stationen Breisach/Rh.; Lindau a. Harz) betrieben.

Ir, chem. Zeichen für → Iridium.

Iraser, Infrarot-Laser, → Lichtverstärker.

Irdome, die Kunststoffkuppel bei Ultrarotortungsgeräten.

Iridium, *Ir*, chem. Element, Platinmetall; Ordnungszahl 77, Massenzahlen 193, 191, Atomgewicht 192,2; Schmelzpunkt 2454° C, Siedepunkt 5300° C, Dichte 22,5 g/cm³. I. findet sich meist in platinhaltigen Erzen, daneben aber auch im „Osmiridium“, das neben den übrigen Platinmetallen vorwiegend I. enthält. I. ist ein silberglänzendes, sprödes, hartes Metall, das gegen chem. Einflüsse in mancher Beziehung noch widerstandsfähiger ist als Platin. Man gebraucht daher, trotz des sehr hohen Preises, für manche chem. Zwecke Tiegel aus I. Sonst wird I. fast nur in Legierungen verwendet (z. B. Osmium-I.-Legierungen für Füllfederhalterspitzen). Platin wird durch Zusatz von I. gehärtet.

Iridomirmecin, bizyklisches Laktone aus der trop. Ameise Iridomirmex nitidus, hochaktives Gift gegen pflanzen-schädigende Insekten, wirksam gegen

Schicht	Höhe (km)	Tageszeit	Elektronendichte	Bildung durch
D	50–90	tagsüber	unter 10 ⁴ /cm³	Röntgenstrahlung
E	90–130	meist tagsüber	etwa 3 · 10 ⁵ /cm³	UV (um 90 Å, 910–1010 Å), Ionisierung von O ₂
E _s	etwa 100	unregelmäßig	bis 3 · 10 ⁶ /cm³	z. T. Korpuskularstrahlung, z. T. unbekannt
F ₁	180–250	tagsüber	etwa 4 · 10 ⁶ /cm³	UV (unter 910 Å), Ionisierung von O(N ₂ ?)
F ₂	etwa 300	ganztägig	2 · 10 ⁶ bis 3 · 10 ⁶ /cm³	UV (unter 910 Å), Ionisierung von O (und N ₂ ?)

irrationale Zahlen – Iso-Linien

die Erreger von Typhus, Paratyphus, Cholera, Tuberkulose; ungünstig für Pflanzen und höhere Tiere.

irrationale Zahlen, → Zahl.

irreduzibel, MATHEMATIK: i. heißt ein mathem. Gegenstand, der in einem jeweils näher anzugebenden Sinn unzerlegbar ist; Gegensatz: *reduzibel*.

irreversibel, nichtumkehrbar (→ Entropie).

ISO, International Organisation for Standardization (= Internationale Normen-Vereinigung), gegründet 1946, schließt alle Normen aufstellenden Länder der Welt zusammen. Deutschland ist durch den Dt. Normenausschuß vertreten. Vorgänger der ISO war die ISA (= International Federation of the National Standardizing Associations), gegr. 1926.

isobar, Atomkerne verschiedener Protonen- und gleicher Neutronenzahlen.

isobarer Spin, *isotoper Spin*, *Isospin*, eine mit der elektrischen Ladung zusammenhängende Quantenzahl für Elementarteilchen. Z. B. haben die als Nukleonen zusammengefaßten Protonen und Neutronen den i. S. $\frac{1}{2}$; der Wert $-\frac{1}{2}$ entspricht dem Proton, der Wert $+\frac{1}{2}$ dem Neutron. Bei der Beschreibung der Wechselwirkung von Nukleonen untereinander und bei der Zuordnung von Kernenergieniveaus ist die Analogie zum gewöhnl. Spin als Modellvorstellung des i. S. fruchtbar. Sein Erfolg beruht hier auf dem Prinzip der Ladungsunabhängigkeit der Kernkräfte.

Isobosonen, Teilchen mit ganzzahligem Isospin.

Isochromasie, gleichmäßige Lichtempfindlichkeit photograph. Materials im sichtbaren Spektralbereich.

Isosermionen, Teilchen mit halbzahligem Isospin.

Isohelie, ein Verfahren der bildmäßigen Photographie zur Erzielung graphischer, plakartiger Bildwirkung, ursprünglich als Tontrennungungsverfahren zur Überwindung großer Kontraste angewandt. Der stetige Übergang von den Lichtern zu den Schatten wird durch stufenförmige ersetzt, d. h. das Bild wird aus wenigen in sich einheitl. Tontufen aufgebaut. Diese werden gewonnen durch sehr hartes Umkopieren des Originalnegatives auf verschiedene Zwischenegative, welche jeweils nur 2 Tontufen aufweisen. Paßgenaues Übereinanderkopieren aller Zwischenegative (3–5) ergibt die endgültige Isohelie.

isoklinal heißt eine Schar eng gestellter, paralleler, überkippter Falten.

Isolationsschalter, elektr. Gerät zum Messen des Isolationswiderstandes elektr. Anlagen, Maschinen usw. Er enthält einen Kurbelinduktor nebst Konstanthalte- und Gleichrichter-Anordnung oder eine Batterie zum Erzeugen der Meß-Gleichspannung (für Starkstromanlagen 500 V) und ein Meßinstrument, das als Strommesser wirkt oder, weil es ein → Kreuzpulinstrument ist, in $M\Omega$ (Megohm) eichbar ist; anders angeschaltet kann der I. auch als Spannungsmesser dienen.

Isolationssprüher, **Leitungssprüher**, einfaches Meßgerät zum Prüfen des Isolations- oder Durchgangswiderstandes elektr. Anlagen und Geräte; enthält meist eine Taschenlampenbatterie, einen Widerstand und einen Strommesser.

Isolator, 1) → Isolierung; 2) MIKROWELLEN-TECHNIK: der → Richtungsisolator.

Isolierung, Schutz gegen unerwünschte Energie-(ab)wanderungen. Zum WÄRME-, KÄLTE- und SCHALLSCHUTZ werden → Dämmstoffe, zum Schutz gegen FEUCHTIGKEIT → Sperrstoffe verwendet (→ Baustoffe). – Isolierstoffe der ELEKTROTECHNIK sind Nichtleiter (*Isolatoren*) und bezwecken die Trennung von elektr. Leitern oder den Schutz gegen Berührung. Vollkommene Isolatoren gibt es nicht, gute haben Leitfähigkeiten von weniger als $10^{-10} \text{ Q}^{-1}\text{m}^{-1}$; zu ihnen gehören z. B. trockene Luft, Paraffinöl, Bernstein, Glas, Hartgummi, keramische Stoffe, alle bei elektr. Feldstärken unterhalb der Durchschlagsfeldstärke. Ihrer geringen Leitfähigkeit entspricht ein hoher Widerstand (*Isolationswiderstand*).

Zu den *keramischen Isolierstoffen* gehören das Hartporzellan für Hoch- und Niederspannungs-

isolatoren, die *Steatite* hauptsächlich für Isolatoren der Hochfrequenztechnik, die keramischen Massen mit hohem Gehalt an Titanverbindungen für Hochfrequenzkondensatoren, die tonsubstanzhaltigen Massen für Elektrowärmegeräte. Andere Isoliermaterialien sind z. B. *Marmor*, *Schiefer*, *Glimmer*, *Faser*, *Holz*, *Glas*, *Hartgummi*. Zur Massenfertigung von Installationsmaterial aller Art wie Schalter, Steckdosen usw. dienen die *kunstharzhaltigen Formpreßstoffe*, die durch Pressen oder Spritzen unter gleichzeitiger Wärmebehandlung verarbeitet werden. Zu den *Schichtpreßstoffen* gehören Hartpapier, Hartgewebe und Isolierhose mit hoher mechanischer und elektrischer Festigkeit.

Isolierende *Faserstoffe* sind Isolierpapier, Isolierband, Preßspan, Isolierleinen usw. *Compoundmassen* dienen zur Tränkung von Wicklungen aller Art. Zur Gruppe der *Kunststoffe* aus Polymerisationsprodukten gehören Polystyrol als Dielektrikum für Wickelkondensatoren, als Spulenkörper und Klemmleisten, Polyäthylen als verlustarmer Isolierstoff für Hochfrequenz-Energieleitungen, Polyvinylchlorid z. B. als Isolierschläuche von Schalt-drähten in Rundfunkempfängern.

Flüssige Isolierstoffe sind *Lacke*, z. B. für die Drahtisolation, sowie die Öle für Transformatoren und Hochspannungsschalter.

Die einfachste Art der *Isolatoren* für niedrige Spannungen sind die *Isolierrollen*, die zum Verlegen von Leitungen dienen, sowie die *Eierisolatoren* zum Abspannen der Rundfunkantennen. *Durchführungsisolatoren* verhindern den Stromübergang vom Stromleiter zur Wand beim Verlegen des Leiters durch eine Wand. *Telegraphenglocken* sind Stützisolatoren, die auf einer eisernen Stütze befestigt sind. Die Leitung wird an dem Kopf mit Bindendraht befestigt. *Hochspannungsisolatoren* sind heute *Schirmisolatoren*; die ausladenden Schirme ergeben einen großen Kriechweg zwischen Leiter und Stütze. *Hänge- oder Kettenisolatoren* werden für höchste Spannungen, z. B. bei Hochspannungsfernleitungen, benutzt. Die Anzahl der Glieder richtet sich nach der Betriebsspannung.

Iso-Linien, Linien gleicher Zahlenwerte auf geograph. und meteorolog. Karten. Die wichtigsten sind: *Isoamplituden* . . . Lgl. Temperaturschwankungen *Isoanomalien* . . . Lgl. Abweichung vom Mittelwert (meist Luftwärme)

Isobaren Lgl. Luftdruckwerte

Isobarometrie Lgl. Luftdruckschwankung

Isobasen Lgl. Hebung

Isobathen Lgl. Wassertiefe

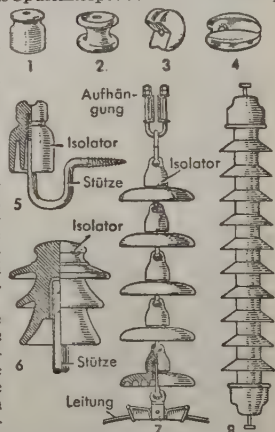
Isochronen Lgl. Zeitdauer (z. B. Verkehr), zeitl. Erscheinungen (z. B. Gewitterausbruch)

Isodynamen Lgl. magnet. Feldstärke (→ Erdmagnetismus)

Isogammen Lgl. Schwerkraft

Isogonen Lgl. magnet. Deklination (→ Erdmagnetismus)

Isosalinen Lgl. Salzgehaltes



Isolator: 1 und 2 Isolierrollen, 3 Eierrolle, 4 Eierisolator, 5 Stützenisolator für Niederspannung, 6 Stützenisolator für Hochspannung, 7 Kappenisolatoren, 8 Langstabisolator.

Isolyeten L.g.l. Niederschlagsmengen
Isophypsen L.g.l. Höhenlage (= Höhenlinien)
Isokatabasen L.g.l. Senkung
Isoklinen L.g.l. magnet. Inklination
Isoseisten L.g.l. Erdbebenstärke (→ Erdbeben)
Isostachen L. oder Flächen gl. Strömungsge-
 schwindigkeit

Isothermen L.g.l. Temperaturen.

Isomerie, 1) CHEMIE: die Erscheinung, daß zwei oder mehrere chem. Verbindungen die gleichen Atome in gleicher Anzahl, jedoch in verschiedener Anordnung enthalten und sich deshalb chem. und physikal. unterscheiden. *Struktur-I.* oder *Konstitutions-I.* liegt bei Verschiedenheiten des Kohlenstoffgerüsts im Molekül vor, z.B. Normal-Butan, $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3$, Iso-Butan, $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH(CH}_3\text{)--CH}_3$.

Von *Stellungs-I.* und *Kern-I.* wird bei Unterschieden in der Stellung von Substituenten gesprochen, z.B. 1-Chlorpropan, $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{Cl}$, und 2-Chlorpropan, $\text{CH}_3\text{--CHCl--CH}_3$. In der anorgan. Chemie findet sich Konstitutions-I. bei den → Komplexverbindungen.

Bei *Stereo-I.* bestehen die Unterschiede zwischen den Isomeren allein in einer verschiedenartigen Lagerung ihrer Atome oder Atomgruppen im Raum. Die zu dieser Klasse gehörende *geometrische* oder *Cis-Trans-I.*, auch *Athylen-I.*, kommt dadurch zustande, daß bei Molekülen mit „starrer“ Kohlenstoffgerüst (Doppelbindung, Ringsysteme) für Substituenten ein „rechts-links“, „oben-unten“ festgelegt werden kann, was bei den einfachen bewegl. Verknüpfung der C-Atome („freie Drehbarkeit“) nicht möglich ist. Bekannte Beispiele sind die Substitutionsverbindungen des Zylohexans.

Zur Stereo-I. gehört ferner die Spiegelbild-I., bei der die beiden Isomeren sich wie Bild und Spiegelbild zueinander verhalten, so bei organ. Verbindungen, die ein asymmetr. Kohlenstoffatom enthalten, z.B. die Milchsäure, $\text{CH}_3\text{--CH(OH)--COOH}$. Zwei solche Isomere (*optische Antipoden*) drehen die Ebene des polarisierten Lichtes (→ optische Aktivität) um gleiche Beträge, jedoch in verschiedenem Sinne. Die *rechtsdrehende Form* wird als (+)-*Form*, die *linksdrehende* als (–)-*Form* bezeichnet; Drehungssinn und Konfiguration brauchen einander nicht zu entsprechen. So gehören die natürlich vorkommenden Aminosäuren unabhängig von ihrem Drehungssinn sämtlich der *L-Reihe* (von lat. laevus links) an, da sie sich konfigurat. aus einer der *L-Reihe* zugehörigen Grundverbindung, dem (–)-Glyzerinaldehyd ableiten lassen. Man fügt der Bezeichnung des Drehungssinnes die der Konfiguration, ob *L-* oder *D-Reihe* (von lat. dexter rechts) zu und spricht z.B. von *L-(+)-Valin*, *L-(+)-Alanin*, *L-(–)-Zystin*. Neben dieser neuen Bezeichnungsweise besteht noch die ältere, auf den Drehungssinn bezogene, z.B. *d-Milchsäure*, *l-Milchsäure*.

2) KERNPHYSIK: Zwei Atomkerne sind isomer, die aus den gleichen Bausteinen (gleiche Anzahl von Protonen und Neutronen) aufgebaut sind, sich aber physikalisch unterscheiden. Das Schwerkergewicht der Unterscheidungsmerkmale ruht hier bes. darauf, daß die isomeren Kerne verschiedene Spins besitzen. **isometrische Projektion**, diejenige senkrechte Parallelprojektion, bei der alle drei Achsen eines Würfels gleich lang erscheinen und sich unter Winkeln von 120° schneiden.

Isomorphie, 1) die Gestaltgleichheit oder -ähnlichkeit von Kristallen verschiedener chem. Zusammensetzung (z.B. CaCO_3 und NaNO_3), beruht auf dem nahezu gleichen Raumbedarf der entsprechenden Atome (z.B. Ca und Na, C und N; *diadoche Elemente*). Sind die Elemente überdies chemisch ähnlich, so wird das seltener schwer feststellbar, (*Camouflage*, *Tarnung*, z.B. von Hafnium in Zirkon, ZrSiO_4). Isomorphe Verbindungen können miteinander → Mischkristalle bilden. *Isotyp* sind Kristalle, die trotz gleichen Strukturtyps nicht dazu fähig sind. **2) Isomorphismus**, → Gruppe.

Isokonitinsäurehydrazid, INH, heterozyklische Verbindung, sehr wirksam gegen die Erreger

der Tuberkulose. Es gibt jedoch bereits mutierte Bakterienstämme, die gegen I. hohe Resistenz zeigen.

Isonitrile, Karbylamine, stickstoffhaltige organische Substanzen von widerlichem Geruch, giftig. Sie entstehen bei der Einwirkung von Chloroform und Kalilauge auf Amine und enthalten die Atomgruppe —N = C im Gegensatz zu den → Nitrilen mit der Gruppe —C ≡ N.

Isoperimetrie des Kreises, die Eigenschaft des Kreises, von allen Figuren gleichen Umfanges den größten Inhalt zu besitzen.

isophote Wellenlänge, ASTROPHYSIK: die Wellenlänge des Schwerpunkts eines Spektralbereichs, in dem ein Stern photometriert wird.

Isopren, $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) \cdot \text{CH} = \text{CH}_2$, Methylbutadien, flüss. Kohlenwasserstoff, Baustein des → Kautschuks.

Isospin, → isobarer Spin.

Isostasie, GEOPHYSIK: Annahme eines festen Verhältnisses zwischen Tiefe des Untergrundes, spez. Gewicht und Höhe der Erdindengrößschollen. Nach PRATT ist das Produkt aus Dichte und Höhe über einer *isostatischen Ausgleichsfläche* überall gleich (*isostat. Gleichgewicht*); nach AIRY ist die Dichte der Schollen gleich, während die Tiefe des Untergrundes mit der Größe der Erhebung zunimmt. Beide Annahmen sind wichtig zur Erklärung der Massenglagerung in der Erdkruste.

Isosterie liegt vor, wenn Atomgruppen oder Moleküle die gleiche Gesamt-Elektronenzahl aufweisen; z.B. CO und N₂ je 14 Elektronen. *Isostere Verbindungen*, auch *isoelektronische Verbindungen* genannt, sind oft in ihren Eigenschaften ähnlich.

Isothermen, 1) PHYSIK: Linien, die die Abhängigkeit des Drucks vom Volumen eines Gases bei unveränderl. Temperatur angeben, bei idealen Gasen die gleichseit. Hyperbeln des → Boyle-Mariotteschen Gesetzes. *Isotherme Zustandsänderungen* eines physikal. Systems verlaufen bei konst. Temperatur. **2) METEOROLOGIE:** → Iso-Linien.

isotonisch, isosmotisch, heißen Lösungen von gleichem osmot. Druck. I. Lösungen enthalten in der Raumeinheit die gleiche Anzahl kleinster Teilchen (*van't Hoff'sches Gesetz*).

Isotope, Abarten eines chem. Elements mit gleicher Ordnungszahl und daher gleichen chem. Eigenschaften, aber verschiedener Massenzahl, entsprechend gleicher *Protonenzahl* bei verschiedenen *Neutronenzahlen* des Atomkerns. Physikalisch unterscheiden sich isotope Atomkerne außer in ihrer Masse auch durch *Drehimpuls* (Spin), *magnet. Moment* und *Volumen*. Außer *stabilen I.* kennt man auch in der Natur vorkommende oder durch Kernreaktionen künstlich hergestellte *radioaktive instabile I.* Alle instabilen I. zerfallen spontan nach charakterist. Halbwertszeiten, u.U. über weitere radioaktive Zwischenprodukte, in andere, stabile I. Im allg. sind bei Elementen mit gerader Ordnungszahl Z mehrere stabile I. vorhanden (z.B. für Z = 8: Massenzahl A = 16, 17, 18; für Z = 82: A = 204, 206, 207, 208), während es für Elemente ungerader Ordnungszahl häufig nur ein, für den Rest höchstens zwei stabile I. gibt (z.B. Z = 13: A = 27; Z = 17: A = 35, 37). → Kernphysik.

I.-Bestimmungen werden mit dem → Massenspektrophagen und dem Massenspektrometer durchgeführt. Danach und auf Grund von Meteoranalysen stellen die Elemente auf der Erde und im Sonnensystem I.-Gemische von nahezu fester Zusammensetzung dar. Dies wird darauf zurückgeführt, daß diese Mischungsverhältnisse sich beim Bildungsprozeß der Elemente in einem einzigen Einstellvorgang ausbildeten, → chemische Elemente. Nachträgl. Veränderungen ergaben sich nur durch radioaktive Zerfallsvorgänge.

Bei der *I.-Trennung* unterscheidet man folgende Verfahren: 1) das Massenspektrometer: Das → Calutron liefert in einem einzigen Schritt bereits das praktisch reine I. 2) fraktionierte Destillation, 3) Diffusion, 4) chemische Austauschreaktionen, 5) Elektrolyse, 6) Methode des unterbrochenen Molekularstrahls (→ Isotopenschleuse), 7) Thermodiffu-

Isotopenindikatoren – Jagdgewehr

sion ($\rightarrow$ Trennrohr), 8) Ultrazentrifuge, 9) Diffusion ($\rightarrow$ Trenndüse), 10) Gegenstromzentrifuge, eine durch ein Temperaturgefälle verbesserte Ultrazentrifuge. Die Methoden 2–8 liefern jeweils nur Anreicherungen eines I, und müssen zur Reindarstellung kaskadenartig hintereinandergeschaltet oder u. U. sogar miteinander kombiniert werden. Für die Reindarstellung des $U\ 235$ wird heute die Diffusionsmethode großtechnisch angewendet, für die des Deuteriums $\frac{1}{2}$ D die Wasserelektrolyse. Bei den leichteren Elementen haben sich chem. Austauschreaktionen und die wiederholte Destillation in vielstufigen Kolonnen bewährt.

Isotopenindikatoren, engl. *Tracer*, chem. Elemente und Verbindungen, in denen ein Isotop einer in ihnen vorkommenden Atomart stärker angereichert ist, als es den natürlichen Mischungsverhältnissen der Isotope entspricht.

Für BIOCHEMISCHE Untersuchungen werden *markierte* Grundverbindungen, die etwa mit schwerem Wasserstoff, schwerem Stickstoff oder mit künstlich radioaktiven Isotopen (*Radioindikatoren*), wie ^{35}S (radioaktivem Schwefel als schwachem β -Strahler), ^{14}C (radioaktivem Kohlenstoff als relativ langlebigen β -Strahler) in besonderen Syntheseverfahren dargestellt werden, im Modellversuch fermentativen Umwandlungen unterworfen oder im Tierversuch den Versuchstieren injiziert oder als Nahrung geboten. Die schließlich isolierten Endprodukte des Stoffwechsels werden mit empfindl. physikal. Methoden auf die Menge des in ihnen enthaltenen Isotops und auf die Art seines chem. Einbaues untersucht. Die radioaktiven Substanzen sind an ihrer Strahlung auch dann noch wiederzuerkennen, wenn

ihre Verdünnung im Versuchsobjekt unter die chemische Nachweisgrenze gesunken ist oder wenn sie bereits auf organ. Wege abgebaut sind. Die Mengenverhältnisse stabiler Isotope (^2D , ^{13}C , ^{15}N , ^{18}O) lassen sich auch bei außerordentl. Verdünnungen noch mit dem Massenspektrometer bestimmen.

In der CHEMIE werden I. zur Feststellung von Reaktionsabläufen, innermolekularen Vorgängen, zur Bestimmung der chem. Trennbarkeit von Stoffgemischen und zur Aufklärung verwickelter Stoffstrukturen herangezogen. Auch zur Schädlingsbekämpfung dienen I. Ferner läßt sich die Korrosion von Werkstücken mit I. messend verfolgen.

TECHNISCH unterscheidet man *Großquellen* von 10 Curie an aufwärts und *Kleinquellen* darunter.

Isotopenschleuse, Gerät zur Isotopentrennung. Man läßt einen Molekular- (oder Atom-) strahl hintereinander durch zwei periodisch sich öffnende und wieder schließende Blenden treten, wobei die zweite Blende so arbeitet, daß sie nur den Kopf des Wölkchens mit den leichteren Isotopen passieren läßt, während die zurückbleibenden Moleküle aus dem Zwischenraum mechanisch entfernt werden.

Isotron, ein Gerät zur Isotopentrennung, bei dem die Ionen von der Ionenquelle mit einer bestimmten Impulsfrequenz ausgesandt und mit der gleichen Frequenz durch die an einem Ablenkblet liegende Wechsellspannung abgelenkt werden. Durch die verschiedenen Geschwindigkeiten der verschieden schweren Isotope ergibt sich die Möglichkeit getrennter Absonderung.

isotrop, Körper, bei denen die physikal. Eigenschaften nicht von der Richtung im Körper abhängen. **Anisotrop**, d.h. nicht i., sind die meisten Kristalle.

J

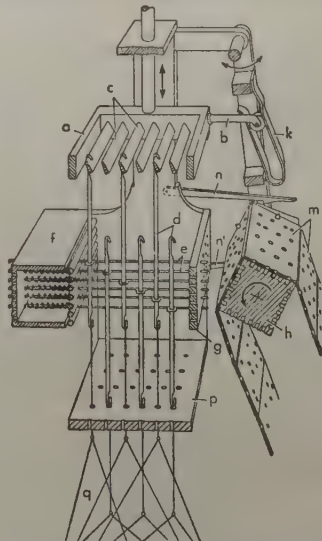
J, 1) Abk. für $\rightarrow$ Joule, 2) chem. Zeichen für $\rightarrow$ Jod. **Jacquard**, Bezeichnung für reich- und großgemusterte Gewebe, die mit Hilfe der von J. M. JACQUARD 1805 erfundenen *J.-Maschine* hergestellt werden. Hierbei können die Kettfäden im Gegensatz zum gruppenweisen Ausheben durch Schäfte (Schaffweberei) einzeln und ganz unabhängig voneinander gehoben und gesenkt werden und bilden – gesteuert durch eine dem Muster entsprechend gelochte Pappkarte – das für den Eintrag des Schusses erforderliche Fach. Das endlos umlaufende Kartenspiel wird durch Nadeln abgetastet. Findet die Nadel ein Loch in der Karte, so wird der Haken der betr. Platine von einem Hebemesser erfaßt und dadurch auch der mit der Platine über die Harnischschnur und eine Litze verbundene Kettfaden hochgezogen. Wo sich kein Loch in der Karte vorfindet, werden die Nadeln zurückgedrückt, die Platinen kommen aus dem Bereich der Hebevorrichtung und die betr. Kettfäden bleiben im Unterfach liegen. – Bei elektronischer Steuerung tastet anstelle der Nadel ein Lichtstrahl die Lochkarte ab. – Die J.-Karte wird nach der dem Muster entsprechenden Patronenzzeichnung mit Hilfe einer Stanzvorrichtung (Kartenschlagmaschine) gelocht.

Jadeit, $\rightarrow$ Pyroxene.

Jäderindraht, VERMESSUNGSTECHNIK: Bänder oder 24 m langer, 1,7 mm starker Draht aus $\rightarrow$ Invar für Basismessungen.

Jagdgewehr, Handfeuerwaffe für die Jagd, für Schrotschuß teils mit einem glatten Lauf (*Flinte*), teils zweiläufig als *Doppelflinte*; mit einem gezogenen Lauf als *Pirschbüchse* oder zweiläufig als *Doppelbüchse* für Langgeschoß. Die *Büchsenflinte* hat einen gezogenen und einen glatten Lauf, der *Drilling* zwei glatte Läufe und einen gezogenen. Bei den meisten J. wird durch Abklappen der Läufe die abgeschossene Patronenhülse von selbst ausgeworfen. Die Abzugsvorrichtung hat meist einen Stecher. Als Zielvorrichtung tragen Flinten nur ein Korn über dem Vorderlauf, Büchsen, ähnlich wie Militärgewehre,

außer dem Korn ein verstellbares Visier, z. T. auch ein Zielfernrohr. Kurze Büchsen heißen *Stutzen*.



Jacquardmaschine: a Messerkorb mit Steuerarm b für Holzprisma h, c Hebemesser, d Platinen, e gefederte Nadeln, gelagert im Federkasten f und Nadelbrett g, h Holzprisma mit Kuliöse (Federpresse) i, j Haken, k Nadel, l Lockkarte, m oberer, n unterer Wendehaken des Holzprismas, p Platinenboden, q Harnischschnüre.

Jahr, abgek. *a.*, der Zeiteabschnitt eines einmaligen Umlaufs der Erde um die Sonne und damit des Ablaufs der Jahreszeiten. Um das J. festzulegen, zieht man neben der Sonne auch den Mond heran. – Das *reine Mondjahr* entsteht durch Zusammenfassung von 12 synodischen → Monaten. Es ist mit 354 Tagen etwa 11 Tage kürzer als das Sonnenjahr. Es wird als *gebundenes Mondjahr* bezeichnet, wenn Schaltungen vorgenommen werden, die es in Einklang mit dem Sonnenjahr bringen sollen. – Das *astronomische J.* ist als *siderisches J.* (Sternjahr) die wahre Umlaufperiode der Erde um die Sonne, d. h. die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Stellungen der Sonne bei dem gleichen Fixstern. Es dauert 365,25636 mittlere Sonnentage (→ Tag). Als *tropisches J.* (Äquinoktialjahr, Sonnenjahr) ist es die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Durchgängen der Erde durch den Frühlingspunkt (365,2422 mittlere Sonnentage = 365 d 5 h 48 min 46 s). Die → Nutation hat eine geringe Schwankung der Länge des tropischen J. zur Folge. Sieht man von ihr ab, so hat man das *mittlere tropische J.* Das *anomalistische J.* ist die Zeit zwischen zwei Periheldurchgängen der Erde. Dem *bürgerlichen J.* von 365 oder 366 Tagen ist das tropische J. zugrunde gelegt. Der restliche Tagesbruchteil wird summiert und durch Einschaltung ganzer Tage (Schalttage) ausgeglichen (→ Kalender).

Jalousie, beweglicher Verschluss einer Öffnung (Fenster, Ventilationsöffnung) aus waagerechten Bretchen, die durch Metallstangen, Schnüre usw. senkrecht übereinander gehalten werden.

Jara-Jara, Yara-Yara, β -Naphtholmethyläther, eine organ. Verbindung, die intensiv nach Orangenblüte riecht.

Jasminaldehyd, α -Amylzimtaldehyd, ein synthet. Riechstoff, dessen Duft an den von Jasmin erinnert.

Jasmon, ein im Jasminblütenöl und im Orangenblütenöl vorkommendes Keton. Verwandte Ketone wie *Isojasmon*, *Dihydrojasmon* u. a. werden für die Parfümerie synthetisch hergestellt.

Jaspé, Garn aus zwei verschiedenfarbigen Vorkammlungen.

Jaspis, tonhaltiger Chalcedon, fast undurchsichtig, oft gebändert, wird als Schmuckstein verwendet.

Javel-Lauge, → Eau de Javelle.

Jeep, ein Kraftwagen mit starkem Motor, Vierradantrieb; kleiner Typ mit $\frac{1}{4}$ t Tragfähigkeit (*Peep*), größerer mit $\frac{1}{2}$ t, als Späh- und Kommandowagen.

Jersey, Rundwirkware für Damenkleider aus einem kammgarnartigen Grundfaden und einem streichgarnähnlichen Futterfaden in der Legung 1:1.

Jetstream, maximaler Windstrom im Gebiet einer Frontalzone.

Jigger, Breitfärbemaschine für Gewebe.

Jod, *J*, chem. Element aus der Gruppe der → Halogene; Ordnungszahl 53, Massenzahl 127, Atomgew. 126,9044; Schmelzpunkt 113,6° C, Siedepunkt 184,5° C, Dichte 4,93 g/cm³. Farbe im festen Zustand schwarzbraun, im gasförmigen violett. Hauptfundstätte von J., das in der Natur nur in chemisch gebundener Form vorkommt, sind die Lager des Chilesalpeters, NaNO_3 , dem meist etwas *Natriumjodat*, Na_2O_4 , beigelegt ist. Durch Einleiten von Schwefeldioxid in eine wässrige Lösung dieser Verbindung wird elementares J. in kristallisierter Form erhalten. Im Gegensatz zu den übrigen Halogenen ist J. in Wasser kaum löslich, aber in Kaliumjodid (*KJ*). *J.-Tinktur* ist eine Lösung von J. in Alkohol und dient ebenso wie das → Jodoform, CH_3I , in der Medizin als Antiseptikum. Das *Silberjodid* (*Jodsilber*), Ag_2J , wird wie das Bromsilber in der Photographie verwendet. Alle Verbindungen des J. entsprechen denen des → Chlors. In der analytischen Chemie findet J. in der *Jodometrie* (Verfahren der → Maßanalyse) Verwendung. Mangel an J. in der Nahrung führt zu Schädigungen des menschl. und tier. Organismus. J.-Verbindungen sind wesentl. Bestandteile des Wassers vieler Heilquellen.

Jodoform, *Trijodmethan*, CHI_3 , wirkt desinfizierend und wurde daher um 1880 als Antiseptikum

eingeführt, aber durch seither entwickelte überlegene Präparate in seiner Bedeutung gemindert.

Jodzahl gibt die Aufnahmefähigkeit von Fetten für Jod (g Jod in 100 g Fett) an, womit der Gehalt an ungesättigten Fettsäuren (Öl-, Linolsäure usw.) nachgewiesen wird.

Joliot, Frédéric, Physiker, *1900, †1958, 1946–50 Oberkommissar für Atomenergie in Paris, entdeckte 1934 zus. mit seiner Gattin IRÈNE (*1897, †1956), der Tochter von M. CURIE, die künstl. Radioaktivität, wofür beide 1935 den Nobelpreis erhielten, und erkannte 1939 das Auftreten einer Kettenreaktion bei der Kernspaltung des Urans.

Jolle, 1) ein rundspantiges flaches Ruderboot, u. a. Beiboot von Kriegsschiffen. 2) kleines Sportsegelboot mit Schwert.

Jordan, Pascual, Physiker, *1902, Prof. in Rostock, Berlin, Göttingen, seit 1947 in Hamburg, ist einer der Begründer der heutigen atomtheoret. Auffassungen, bedeutend auf dem Gebiet der Quantenmechanik und der Kosmologie.

Joule, James, engl. Physiker, *1818, †1889, fand unabhängig von R. MAYER 1843 den Satz von der Erhaltung der Energie, bestimmte das mechan. Wärmeäquivalent, entdeckte das → Joulesche Gesetz.

Joule, Abk. *J*, Maßeinheit der elektr. Energie: $1 \text{ J} = 10^7 \text{ erg} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ Nm}$.

Joule-Effekt, → Magnetostriktion.

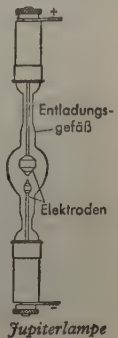
Joulesches Gesetz: ein elektr. Strom *I* leistet in einem Widerstand *R* in der Zeit *t* die Arbeit (Stromarbeit) $I^2 R t$, die in Form von Wärme (*Joulesche Wärme*) in Erscheinung tritt. Die Wärmemenge von 1 cal ist der elektr. Energie von 4,1855 Ws äquivalent (Wärmeäquivalent).

Joule-Thomson-Effekt, die Temperaturänderung eines Gases bei Expansion ohne äußere Arbeitsleistung; Temperaturzunahme, wenn der Versuch bei hoher Temperatur durchgeführt wird, Abnahme bei tiefer Temperatur. Grundlage des Gasverflüssigungsverfahrens nach LINDE (Luftverflüssigung 1896).

Jungfrau, großes Sternbild des nördl. Himmels, mit dem Stern erster Größe Spica und zahlr. nur im Fernrohr sichtbaren Nebeln.

Junkers, Hugo, Maschinen- und Flugzeugbauer, *1859, †1935, hat bedeutende Erfindungen auf verschiedenen Gebieten der Technik gemacht: Doppelkolbenmotor (1907), Schwerflügelmotor (1929), weiter Kalorimeter zur Heizwertbestimmung, Entwicklung der Grundlagen für den modernen Gasbofenbau, Bau von Ganzmetallflugzeugen u. v. a. R. BLUNCK: H. J. (*1951).

Jupiter, der größte und massenreichste Planet unseres Sonnensystems (Zeichen ♃) mit einem Äquator-Durchmesser von 143 640 km und einer Abplattung von 1:15, ist 778 Mio km von der Sonne entfernt. Seine Masse ist größer als die aller anderen Planeten zusammen; die 318fache Erdmasse. Die Umlaufzeit um die Sonne beträgt 11 Jahre und 315 Tage, die Umdrehungsdauer 9 h 53 min. Der Planet ist von 12 Monden begleitet, deren Umlaufzeiten zwischen 1,77 und 758 Tagen liegen; die größten von ihnen mit Durchmessern von 5500 und 5050 km gleichen dem Merkur. Die J.-Oberfläche erscheint im Fernrohr durch schnell veränderliche rotbraune bis rosafarbene, Äquatorparallele Streifen und Flecke gegliedert, die als atmosphärische Erscheinungen betrachtet werden. Dagegen ist der „große rote Fleck“ seit seiner Entdeckung vor etwa 100 Jahren unverändert geblieben; er überragt an Größe die Erde und wird als feste Scholle auf der flüssigen Planetenoberfläche angesehen. Spektroskopisch hat man festgestellt, daß die Atmosphäre im wesentl. aus Methan (CH_4) und Ammoniak (NH_3)



Jupiterlampe – Kabel

besteht. Am Äquator herrschen dauernde starke Westwinde. Die Oberflächentemperatur beträgt -138°C . Aus der mittleren Dichte des J. von $1,31\text{ g/cm}^3$ schließt man, daß sich der Planet hauptsächlich im gasförmigen Zustand befindet. Theoretische Überlegungen zeigen, daß ein äußerer Mantel bis zur Tiefe von 18% des Radius aus dichtem Wasserstoff, weitere 39% aus Eis unter hohem Druck und nur der Kern aus Metallen besteht.

Jupiterlampe, auf der Bühne und bei Luftaufnahmen verwendete, lichtstarke ortsveränderliche Leuchte. BILD S. 269.

Jura, → Erdgeschichte.

justieren, 1) BUCHDRUCK: die Druckstöcke auf Schrifthöhe, die umbrochenen Satzseiten auf das festgelegte Format bringen.

2) SCHRIFTGIEßEREI: Matrizen zum Guß fertigmachen.

K

K, 1) Abk. für Kelvin (→ Kelvinskala). 2) chem. Zeichen für → Kalium.

k, Abk. für die → Boltzmannsche Konstante.

κ, griechisch kappa, PHYSIK: Abk. für das Verhältnis der → spezifischen Wärmen eines Gases c_p/c_v .

Kabel, 1) jede flexible elektr. Leitung, die mit einer Schutzhülle zur Isolierung und oft einer Schutzhülle gegen Einwirkungen mechan. und chem. Art versehen ist.

Der stromführende Teil, die *K.-Seele*, wird durch einen oder mehrere, bei Fernmeldekabeln bis zu 1000 gegeneinander isolierte elektrische Leiter (Adern), meist aus Kupfer, seltener aus Aluminium, gebildet. Die Leiter bestehen entweder aus einem einzigen Draht (Massivleiter) oder aus mehreren miteinander versaiteten oder verflochtenen Drähten (Leiterseile, Litzen). Zur Isolierung der Leiter gegeneinander und nach außen werden verwendet: trockenes oder mit Öl-Harzmasse getränktes Papier, Gummi, thermoplastische Kunststoffe, natürl. oder synthet. Textilfasern, Guttapercha (*Papier-K.*, *Masse-K.*, *Gummi-K.*, *Kunststoff-K.*). Zum Schutz

3) FEINMECHANIK: ein Meßgerät nach seiner Herstellung genau einstellen oder im Gebrauch wieder einstellen (→ eichen).

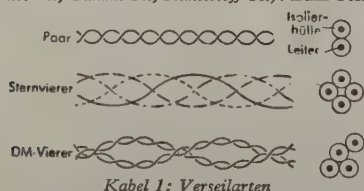
Jute, stark verholzte Bastfaser aus den in Indien und Pakistan heimischen, krautartigen Lindengewächsen der Gattung *Corchorus*. Die Stengel werden wie beim → Flachs geröstet, dann der Bast von Hand abgeschält. Vor dem Verspinnen werden die groben, 1,5–2,0 m langen Bastbündel in Mittelstücke, Wurzel- und Spitzenenden von 75 cm Länge zerschnitten und durch Batschen mit Tran und Wasser weichgemacht. Verwendung für Säcke, Packmaterial, Wandbespannungen, Teppiche, Liniemunterlage, Matratzenurte.

juvenil sind diejenigen gelösten Mineralsubstanzen und das Wasser von Mineralquellen, die zum erstenmal aus dem Erdinneren an die Oberfläche aufdringen.

chen Grunde und zur Vermeidung schädli. Hohlräume in der Isolierung in ein Stahlrohr eingezogen, das mit Stickstoff von 15 atü gefüllt ist.

FERNMELDE-K. haben eine Isolierung aus sorgfältig getrocknetem Papier, das in Form von Kordeln und Bändern wendelförmig locker auf den Leiter aufgebracht wird, so daß eine Hohlraum- (Luft-) Isolierung entsteht, die sich im Hinblick auf eine geringe Dämpfung der Leitungsströme günstig auswirkt. Für *K.*, die mit bes. hohen Frequenzen ausgenutzt werden, sind verlustarme Kunststoffe wie z.B. Polystyrol oder Polyäthylen erforderlich. Auch hier wirkt Luft als Isolator. *Anschluß- oder Orts-K.* enthalten meist einige hundert Aderpaare; sie verbinden die Fernsprechteilnehmer mit ihrer Vermittlungsstelle. *Bezirks-K.* dienen dem Verkehr zwischen den Ämtern bis zu etwa 100 km. Größere Entfernungen werden durch *Fern-K.* überbrückt. Pupinspulen und Verstärkerröhren vermindern die Dämpfung der Leitungsströme. → Koaxialleitung.

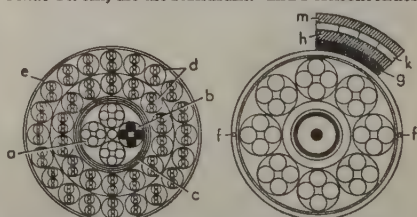
Eine Sonderstellung nehmen die *Hochfrequenz-Sende-K.* ein, die die Rundfunk- und Fernsehsender



Kabel 1: Versailarten

gegen Eindringen von Feuchtigkeit erhalten die Kabel fast immer einen gemeinsamen geschlossenen *K.-Mantel*, meist aus Blei (*Blei-K.*), auch aus Aluminium oder Kunststoffen, der in den meisten Fällen durch eine Bewehrung (Armierung) aus Papier, Jute und Eisen (Stahlband) gegen mechan. Beschädigungen geschützt wird.

STARKSTROM-K. sind *Gürtel-K.*, bis max. 20000 Volt, mit Öl-Harzmasse getränkt und einem Bleimantel umpreßt. *Dreimantel-K.* haben drei fest mit Papier umwickelte runde Leiter, getränkt und einzeln mit je einem Bleimantel umpreßt und dann erst versaitet. Bei *Hochstädter-K.* (bis 15000 Volt) werden die isolierten Adern einzeln mit metallisiertem Papier bewickelt, getränkt und gemeinsam mit einem Bleimantel umpreßt. Bei *Höchstspannungs-K.* (60000 Volt und mehr) wird das Isolationsvermögen der Aderisolation aus Papier durch Füllung des *K.-Inneren* mit unter Druck (0,5–2 atü) stehendem Isolieröl (*Öl-K.*) oder eine neutrale Druckgasfüllung, z.B. Stickstoff (*Gasimendruck-K.*), erhöht. Beim *Druck-K.* wird das eigentl. *K.* aus dem glei-



Kabel 2: links Fernleitungskabel. Seele: vier Sternvierer 1,4 mm, davon a drei mit Isolierung durch Beschichtung und b einer mit Lackschicht; c einige Lagen Papier und metallisiertes Papier; d zwei Lagen 34 DM-Vierer 0,9 mm; e drei Lagen Papier. Rechts kombiniertes TF-Fernkabel mit einer koaxialen Leitung 2,6/9,4 mm Ø; f Prüflerleiter; Bewehrung (bei Verwendung als Erdkabel): g Bleimantel; h innere Schutzhülle; k Flachdraht; m äußere Schutzhülle.

mit den Antennen verbinden. Auch sie übertragen Nachrichten, aber oft mit so großer Leistung, daß ihre Bemessung hierdurch – ähnlich wie bei den Starkstrom-K. – wesentlich beeinflusst wird. Als Isolierungen dienen: Polyäthylen-Vollisolierung, Polystyrol-Bandwendel-Isolierung oder eine Scheibenisolierung aus verlustarmem Material.

Die *K.* werden im allgemeinen als *Erd-K.* in ausgehobenen Gräben verlegt. Fernmelde-K. werden in stark bebautem Gelände (Städte) in *K.-Kanäle* eingezogen. Bei Starkstrom-K. wählt man diese Art

der Verlegung wegen der notwendigen Wärmeableitung im allgemeinen nicht. K. können ferner als *Luft-K.* verlegt werden. *Fluß-* und *See-K.* erhalten eine starke Bewehrung, bes. in Gewässern mit großem Schiffsverkehr. Die K. werden vom Schiff unmittelbar ins Wasser verlegt, häufig auch eingespült. 2) Drahtseil für Hängebrücken, Seilbahnen usw.

Kabellänge, Längenmaß der SCHIFFAHRT = $\frac{1}{10}$ Seemeile = 185,2 m; ursprünglich die Länge eines Ankertaues.

Kadmium, Cd, chem. Element, Metall; Ordnungszahl 48, Massenzahlen 114, 112, 111, 110, 113, 116, 106, 108, Atomgewicht 112,40; Schmelzpunkt 321°C, Siedepunkt 765°C, Dichte 8,65 g/cm³. Vorkommen: Das wichtigste K.-Mineral ist *Greenockit*, K.-Bleende, CdS. K. wird jedoch meist durch Destillation gewonnen bei der Aufarbeitung der Zinkerze, Zinkblende und Galmey, die fast immer K.-Verbindungen als Beimengung enthalten. Elementares K. ist silberweiß. Es läßt sich durch Hämmern oder Walzen verformen. K. wird als Elektrodenmaterial für galvan. Elemente und Akkumulatoren verwendet. Durch *Kadmieren*, d. h. durch Überziehen mit einer dünnen K.-Schicht, meist im galvan. Bad, werden Werkstücke aus Stahl vor Korrosion geschützt. K. dient als Legierungszusatz in → Lagermetallen, niedrig schmelzenden Loten (→ Löt), Amalgamen und anderen Legierungen. K.-Bromid und K.-Jodid werden wie die entsprechenden Silber-salze in der Photographie verwendet. K.-Sulfid ist ein vielgebrauchter gelber Farbstoff.

Kaffee, die Samen des Kaffeestrauchs (Familie Rubiaceen). Der K.-Strauch gedeiht nur in trop. Klima und wird vom 4. Jahr ab geerntet. Die kirschenartigen Früchte werden entweder getrocknet und geschält (*trockene Aufbereitung*) oder frisch nach einer Gärung zwischen gerauhten Trommeln (*Pulper*) entfleischt (gepulpt) und mit Wasser abgespült (*nasse Aufbereitung, gewaschener K.*) und durch Schälmaschinen von der Pergamentschale befreit. Die Samen (*K.-Bohnen*), nach Größe sortiert, werden in Rösttrommeln bei 200–230°C geröstet. Hierdurch wird Zucker in Karamel verwandelt, Eiweiß, Gerbsäure, Rohfaser werden stark zersetzt. In den Wasseraufgüssen gehen 20–33% der Trockensubstanz über, bes. Karamel, Eiweiß-Zersetzungsprodukte, K.-Gerbsäuren, Koffein, Aromastoffe. G. SOHN: Kleine Kaffeekunde (*1957).

Kaffeesäure, eine Dioxo-Zimtsäure, im Pflanzenreich weitverbreitet, als Baustein der Chlorogensäure in den Kaffeebohnen enthalten.

Käfigläufer, Käfiganker, Kurzschlußanker, der rotierende Teil eines Asynchronmotors (→ Elektromotor); die Wicklung besteht bei Maschinen größerer Leistung aus Kupferstäben, die an den Stirnseiten durch Kurzschlußringe verbunden sind. Bei kleinen Motoren werden vielfach die Stäbe zusammen mit den Kurzschlußringen und Lüfterflügeln im Aluminium-Preßgußverfahren hergestellt.

Kahmhaut, durch die hefeähn. Kahmpilze gebildetes Häutchen auf alkohol. Getränken. Die Kahmpilze zersetzen alle organ. Bestandteile (Alkohol, Säuren, Extraktstoffe), doch vermögen sie nicht Zucker zu Alkohol zu vergären.

Kai, Kaje, das befestigte Ufer, an dem das Fahrwasser so tief ist, daß das Schiff dort festmachen, löschen und laden kann. Die *Kaimauer*, in massiver oder Pfahlrostbauweise, muß die Belastung durch Uferkräne, Eisenbahnwagen und gestapelte Ladung tragen können; Ausführung in Mauerwerk, Beton oder als Stahlspundwand.

Kainit, monoklines Mineral, $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$, weiß, gelblich oder grau, kommt in feinkörnigen Massen in norddt. Salzlagerstätten vor; wichtiges Kalisalz und Düngemittel.

Kakao, Produkt der Früchte des K.-Baumes (Fam. Sterkuliaceen). Der K.-Baum gedeiht nur in wärmsten und feuchtesten Tropengebieten. Die gurkenförmigen Früchte werden etwa 20 cm lang und enthalten die in ein rotes Mas eingebetteten Samen (K.-Bohnen). 1 ha Pflanzung ergibt durchschnittlich 500 kg Bohnen. K.-Bohnen enthalten

45–60% Fett, 14–18% Eiweiß, 6–10% Stärke und 1–3% Theobromin sowie eine geringe Menge Koffein. Verarbeitung: Nach einer Fermentation bei 40–50°C werden die Bohnen gereinigt, sortiert, bei 70–110°C geröstet, gebrochen, von den Schalen und Keimlingen befreit, u. U. in Wärme mit Lösungen von Soda, Pottasche oder Ammoniumkarbonat behandelt (*aufgeschlossener K.*) und im Kollergang oder Walzwerk gemahlen. Die dickflüssig ablaufende K.-Masse wird in Pressen (bis 600 atü) entölt, wodurch Preßkuchen und K.-Butter entstehen. Die Preßkuchen werden in Schlagkreuzmühlen gemahlen. Nach Sichtung im Plansichter erhält man das K.-Pulver. Die Schalen dienen als Viehfutter, Düngemittel, zur Gewinnung von Theobromin, als Tee.

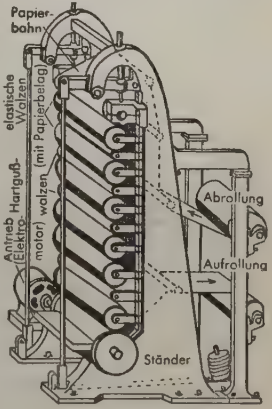
Kakodyl, $(CH_3)_2AsAs(CH_3)_2$, organ. Arsenverbindung, findet sich in der Cadetschen Flüssigkeit (CADET 1760), die bei der Mischung von Arsenik und Kaliumazetat entsteht. K.-Verbindungen sind das sehr giftige K.-Oxid, $[(CH_3)_2As]_2O$, und die weniger giftige K.-Säure, $(CH_3)_2AsO-OH$. Aus ihr leiten sich zahlreiche Salze, die *Kakodylate*, ab.

Kalander, eine Maschine mit weichen (aus Papier oder Baumwolle) und härteren (aus Hartguß), auch heizbaren, gegeneinander rollenden Walzen zur Verbesserung der Oberfläche (Glanz, Glätte)

von Papier oder Geweben, auch zur kontinuierlichen Herstellung von Gummipfatten und Kunststoffolien. Das Gut läuft, unter regelmäßigem Druck, zwischen den Walzen durch. Zur Bearbeitung leichter Gewebe dient der *Filz-K.*, bei dem mit dem Gewebe ein Filzband zwischen den Walzen durchläuft. Naß-K. dienen zum Entwässern, Roll-K. zur Beeinflussung von Porenschluß, Glanz, Griff und Glätte, *Friktions-K.* mit reibendem Druck zur Erzeugung von Hochglanz, *Präge-K.* (Moiré, Seidenfinish, Gaufrir-K.) zum Einpressen der verschiedensten Oberflächennmuster.

Kaledoniden, System der kaledonisch, d. h. in mehreren Phasen gefalteten Kettengebirgsketten (Norwegen, Schottland, England, Grönland).

Kalender, ASTRONOMIE: die Festsetzungen zur Einteilung der Zeit. Allen K. liegen astronom. Beobachtungen zugrunde. Das Problem war ursprünglich, die Umlaufzeit der Erde um die Sonne, das tropische → Jahr von 365,2422 Tagen, und die Umlaufzeit des Mondes um die Erde von Neumond zu Neumond, den synodischen Monat von 29,5306 Tagen, durch Perioden in Verbindung zu setzen, die aus einer Anzahl von ganzen Tagen bestehen. Da das Mondjahr 11 Tage kürzer ist als das Sonnenjahr, läuft sein Anfang in 33 Jahren durch alle Jahreszeiten. Viele Völker haben daher versucht, Jahre mit 12 und 13 Monaten abwechseln zu lassen, um so den Anschluß an das Sonnenjahr zu erreichen (Gebundenes Mondjahr, Lunisolarjahr). Bei einer der deshalb oft notwendigen Reformen wurde 153 v. Chr. der Jahresanfang vom 1. März auf den 1. Januar gelegt. 46 v. Chr. führte CÄSAR die Schaltung eines Tages in den Jahren mit durch 4 teilbarer Jahreszahl ein, so daß das Jahr im Durchschnitt 365,25 Tage lang wurde (*Julianischer K.*). Ende des 16. Jahrh. war der Unterschied zwischen dem K.-Datum und dem dem Sonnenstand entsprechenden Datum auf



Kalender: Papierkalender

Kali - Kalk

10 Tage angewachsen, da die Tageslänge des Julianischen K. etwas zu groß ist. GREGOR XIII. bestimmte 1582, daß nur diejenigen Säkulare Jahre Schaltjahre sind, deren das Jahrhundert bezeichnende Zahlen durch 4 teilbar sind (*Gregorianischer K.*). Das Jahr hat 365,2425 Tage, so daß erst nach 3000 Jahren eine Abweichung von 1 Tag auftritt.

Kali, Kurzwort für Kalium oder Kaliumverbindungen (bes. Kaliumoxid, K_2O , und Kaliumhydroxid, KOH) sowie für $\rightarrow$ Kalisalze.

Kaliber, 1) HÜTTENKUNDE: die Einstecköffnung (Walzpaß) zwischen zwei Walzen, die das Walzprofil ergibt. Im offenen K. kann das Walzgut breiten, d. h. ungehindert nach den Seiten ausweichen. Walzgut von dickem oder verschied. hohem Querschnitt (z. B. Doppel-T-Träger) wird in halboffenen oder geschlossenen K. ausgewalzt.

2) MASCHINENBAU: ein Werkzeug zum Messen von Dicken und Prüfen von Bohrungen (Meß-K.).

3) WAFFENTECHNIK: der innere Durchmesser von Rohren (Gewehrlauf, Geschützrohr), auch der Durchmesser der daraus verfeuerten Geschosse.

Kalibrieren, FERTIGUNGSTECHNIK: ein Werkstück durch bildsame (spanlose) Formung auf genaues Maß bringen. Draht- und Metallstangen werden z. B. zum K. durch eine Düse gezogen, Hohlzylinder werden innen kalibriert durch Durchdrücken oder Durchziehen zylindrischer oder kugelförmiger Werkzeuge. Auch das Fertigprägen vorgeprägter Gesenkschmiedestücke auf einer Kniehebelpresse sowie das Prüfen mit dem $\rightarrow$ Kaliber werden als K. bezeichnet.

Kalifornium, Cf, radioaktives chem. Element der Ordnungszahl 98, gehört den $\rightarrow$ Transuranen an. Die bisher bekannten Massenzahlen liegen zwischen 244 und 254. Cf 254 zerfällt durch spontane $\rightarrow$ Kernspaltung.

Kalisalze, die natürlich vorkommenden Salze des Kaliums. Kalium findet sich in geringeren Mengen in Silikaten (Feldspäte, Glimmer), in stärkerer Anreicherung, aber gemeinsam mit Natrium- und Magnesiumsalzen, vor allem in den Abraumsalzen ($\rightarrow$

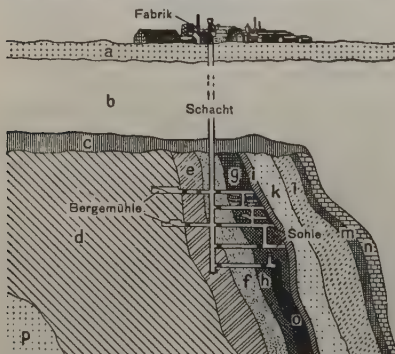
formation an. Da sie sich durch Eindunsten ehemals bestehender Binnenseen abgelagerten, sind meist verschiedene K. nach ihrer Löslichkeit in bestimmter Abfolge (*Salzfolge*) übereinandergeschichtet. Von unten nach oben folgt auf die meist sehr mächtige Steinsalzschieht, die bereits geringere Kalium-sulfateinschlüsse enthält, zunächst der Carnallit (Karnallit), $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$, dann Hartsalz, ein Gemenge von Carnallit oder Sylvit, KCl , mit Steinsalz, $NaCl$, und Kieserit, $MgSO_4 \cdot H_2O$, schließlich der Salztun. Durch nachträgliche Lösungs- und Wiederabscheidungs Vorgänge entstanden außerdem sekundäre Lager von Sylvit, Sylvinit, $KCl \cdot NaCl$, und Kainit, $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$. Alle diese K. sind oft durch Beimengungen rot, braun oder grau gefärbt.

Bedeutende K.-Lager finden sich in Nord- und Mitteleuropa, weitere in Galizien, Elsass, Spanien, UdSSR, USA, am Toten Meer. Die K. werden im Tiefbau gewonnen, manche unmittelbar zur Düngung benutzt. Meist werden jedoch die reinen Kaliumverbindungen von den Begleitstoffen durch Auflösungs- und Wiederabscheidungs Vorgänge großtechnisch getrennt. K. dienen bes. als Düngemittel (Kalidünger), daneben zur Herstellung von Kalilauge, Kaliseife, Chlorat Sprengstoffen.

G. SPACKLER: Lehrb. des Kali- u. Steinsalzbergbaues (1950).

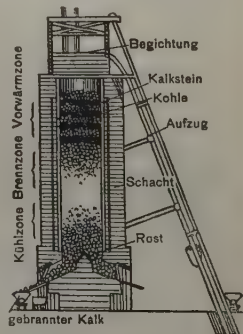
Kalium, K, chem. Element aus der Gruppe der $\rightarrow$ Alkalimetalle; Ordnungszahl 19, Massenzahlen 39, 41, 40. Atomgewicht des K. 39,102, Schmelzpunkt $63,5^\circ C$, Siedepunkt $776^\circ C$, Dichte $0,86 g/cm^3$. Das letzte Isotop ist β -radioaktiv. In der obersten Erdrinde ist K. mit etwa 2% in Form von Verbindungen, z. B. als *Kalifeldspat* (*Orthoklas*), enthalten. In metallischer Form kommt das sehr unedle Element in der Natur nicht vor. Zur Gewinnung oder Herstellung von K.-Produkten werden die K.-Mineralien, wie z. B. Sylvit, Carnallit, Kainit, Kalisalpeter, an vielen Stellen abgebaut ($\rightarrow$ Kali). Metall. K. wird heute meist durch Elektrolyse des Ätzalkalis dargestellt. Es ist bei sonst ähnl. Eigenschaften teurer und schwerer zu handhaben als das verwandte Natrium, darum ohne große techn. Bedeutung. - *Kaliumhydroxid* (*Ätzkali*), KOH , ist eine starke Base. Es zieht Kohlensäureanhydrid (CO_2) an, was zur Luftverbesserung, z. B. in Taucherkammern, ausgenutzt werden kann. Die Lösung von KOH in Wasser ergibt *Kalilauge*, die u. a. zur Seifenherstellung und in der Farbenindustrie verwendet wird. Dieselben Industrien benötigen auch K.-Karbonat (*Pottasche*), K_2CO_3 , das auch zur Glasherstellung dienen kann. K.-Bikarbonat, $KHCO_3$, dient als Düngemittel, ebenso K.-Nitrat, K.-Salpeter, KNO_3 ($\rightarrow$ Salpeter). K.-Chlorat, $KClO_3$, wird zur Darstellung von Sauerstoff, in der Sprengstoffindustrie und als fäulnishemmendes Mittel verwendet. K.-Bichromat, $K_2Cr_2O_7$, wird als Oxydationsmittel, z. B. in der Färberei, benutzt. K.-Permanganat, $KMnO_4$, ebenfalls ein starkes Oxydationsmittel, dient wegen seiner fäulnishemmenden Wirkung z. B. als Gurgelwasser. K.-Silikat ist auch unter dem Namen *Kali-Wasserglas* bekannt ($\rightarrow$ Wasserglas). Von Bedeutung sind ferner die Halogenide des K. ($\rightarrow$ Halogene).

Kalk, volkstüml. für einige Kalziumverbindungen, die mit Kalziumoxid, CaO , in einfachem Zusammenhang stehen. Kohlen-saurer K. ist chemisch Kalziumkarbonat, $CaCO_3$, $\rightarrow$ Kalkstein, Gebrannter K., Ätzkalk, entsteht, wenn man Kalkstein im Kalkofen (Schacht,



Kalisalze: Längsschnitt durch eine Lagerstätte; a *Diuvium*, b *Trias*, c *Gipsstut* (40–60 m mächtig), d älteres Steinsalz mit Anhydrit (300–500 m), e *Polyhalit*-region (40–60 m), f *Kieserit*-region (20–40 m), g *Kainit*, h *Carnallit* (*Carnallit* und *Kieserit* und *Steinsalz*), i *grauer Salzton* (bis 10 m), j *Hauptanhydrit* (30–50 m), k *jüngeres Steinsalz* (40–70 m), l *roter Salzton* (bis 10 m), m *Letten und Anhydrit* (20–40 m), o *Hartsalz* (*Sylvinit*, *Anhydrit*, *Kieserit* und *Steinsalz*), p *liegender Anhydrit*.

Abraum, einer Folge von Mineralsalzschiehten über den großen Steinsalzlagerstätten. Geologisch gehören diese Vorkommen der Perm- und Tertiär-



Kalk: Schema eines Brennofens

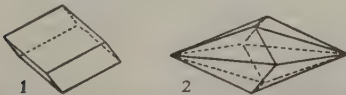
Ring- oder Drehrohrofen) unterhalb der Sintergrenze bei einer Temperatur von 1200–1400°C brennt. Hierbei wird das Kohlendioxid (CO_2) ausgetrieben; es verbleibt also Kalziumoxid (CaO). Gebrannter K. ist sehr porös, bröcklig und saugt begierig Wasser und Kohlendioxid aus der Luft an. Er muß daher feuchtigkeitsicher und luftdicht gelagert werden. **Gelöschter K.** entsteht, wenn man gebrannten K. mit Wasser übergießt; es bildet sich Kalziumhydroxid, Ca(OH)_2 , K.-Wasser mit stark basischen Eigenschaften (Aufschlammung: *K.-Milch*). Gleichzeitig wird sehr viel Wärme frei (1 kg gebrannter K. nimmt 320 g Wasser auf und entwickelt dabei 276 kcal), die das überschüssige Wasser verdampft (das „Rauchen“ beim Kalklösen). Der gelöschte K. nimmt aus der Luft Kohlendioxid auf und geht in eine feste, kristalline Masse über, d.h. wieder in Kalziumkarbonat. Darauf beruht seine Verwendung zur Bereitung von Mörtel, indem er mit Sand und Wasser gemischt wird und beim Erhärten die einzelnen Sandkörner miteinander verkitet. K. ist ein wichtiger Bestandteil des Stoffwechsels und der Nahrung. In der LANDWIRTSCHAFT dient er als →Düngemittel und als Ergänzungsfutter für junge Nutztiere.

Kalkfarben, Körperfarben, die sich mit Kalkmilch als Bindemittel unverändert („kalkecht“) mischen lassen; Maueranstrichfarben.

Kalkkitt besteht aus gelöschtem Kalk und Zusätzen von Sand, Natronwasserglas, Bleiglätte, Gips u.a. Er erhärtet unter Aufnahme von CO_2 aus der Luft zu CaCO_3 und dient zum Kitten von Glas, Porzellan.

Kalklicht, das Licht des →Drummondschen Brenners.

Kalksandsteine, sandsteinähnlich. Mauersteine, die aus einer innigen Mischung von Weißkalk und Quarzsand gepreßt und unter einem Dampfdruck von 7–12 atü durch Kalziumsilikatbildung gehärtet werden. **Kalksandhartsteine** haben eine Druckfestigkeit von mindestens 250 kp/cm².



Kalkspat: 1 Spaltungsrhomboeder; 2 Skalenoeder.

Kalkspat, *Calcit*, *Kalzit*, kohlsaurer Kalk, rhomboedrisches Mineral, CaCO_3 , meist farblos oder weiß, eines der wichtigsten gesteinsbildenden Mineralien: Kalkstein, Kreide und Marmor sind dichte bis körnige Aggregate von K. K. ist vollkommen spaltbar nach Rhomboederflächen (Spaltungsrhomboeder). Auf Klüften und in Hohlräumen kommen wasserklare Kristalle vor. Der K. ist sehr formenreich, am häufigsten sind Skalenoeder.

Kalkstein, ein sehr verbreitetes, häufig gebirgsbildendes, dichtes Sedimentgestein aus sehr feinkörnigem Kalkspat. Er scheidet sich aus wässriger kohlsaurer Lösung bei deren Verdunsten oder beim Entweichen der Kohlensäure aus; absterbende Lebewesen (Korallen, Muscheln, Schnecken, Foraminiferen usw.) tragen durch ihre Kalkgerüste oder Schalen wesentlich zur K.-Bildung bei (Korallen-, Muschel-K.). K. findet Verwendung als Baustoff (gebrannter Kalk, Zement, Fußbodenplatten).

Kalkstickstoff, chem.-techn. Produkt, das als Hauptbestandteil *Kalziumcyanamid*, CaCN_2 , enthält und als basisches Düngemittel dient. K. ist ein hell- bis dunkelgraues Pulver, das nach dem Verfahren von FRANK und CARO durch Einwirkung von Stickstoff auf feingemalenes Kalziumkarbid bei Rotglut erzeugt wird. Technischer K. enthält etwa 20–22 % gebundenen Stickstoff und 10–15 % freien Kohlenstoff. Handelsprodukten setzt man noch 1,5–3 % Teeröl zu, um das Stäuben zu vermindern. Im Erdboden schädigt K. zunächst Unkraut und Schädlinge und entwickelt dann seine Düngewirkung durch eine sehr langsam verlaufende Umsetzung mit Wasser, die über Harnstoff und über Ammoniak zu Kalziumnitrat führt.

Kalktraß, gemahlener, gelöschter Kalk mit Traß als hydraulischem Zusatz im Verhältnis 1:2 bis 3:1.

Kalmen, METEOROLOGIE: Windstillen.

Kalomet, Quecksilber(I)-chlorid, Hg_2Cl_2 , zerfällt sich am Licht in Quecksilber und Sublimat, HgCl_2 , wird als örtl. Desinfektionsmittel und zum Abführen verwendet.

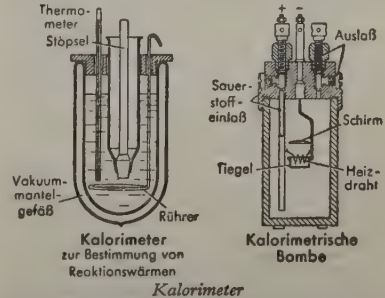
Kalorie, abgek. *cal*, Maßeinheit der Wärmemenge. Die 15°-K., *cal₁₅*, ist die Wärmemenge, die nötig ist, um 1 g reines Wasser von 14,5 auf 15,5°C zu erwärmen. Die *mittlere K.*, *cal*, ist gleich dem 100. Teil der Wärmemenge, die 1 g Wasser von 0 auf 100°C erwärmt. Nach den internat. Beschlüssen (1947, 1948) soll als Wärmeeinheit das *absolute Joule* (Wattsekunde) benutzt werden. Es gilt: 1 *cal₁₅* = 4,1855 *Jabs* und 1 *cal* = 4,1897 *Jabs*.

In der ERNÄHRUNGSLEHRE mißt man die wärmebildende Fähigkeit der Nahrungsmittel nach *großen K.* 1 große K. = 1 kcal = 1000 cal.

Kalorimeter, Gerät zum Messen von Wärmemengen. Wirkungsweise eines *Flüssigkeits-K.* für Reaktionswärmen (BILD): In einem versilberten oder verkupferten Vakuummantelgefäß (Thermosflasche) von guter Wärmeisolation befindet sich eine abgewogene Menge Wasser als Körper bekannter Wärmekapazität und ein Mischgefäß mit dem Stoff, dessen Reaktionswärme bei der Reaktion mit einem im Wasser des Mantelgefäßes gelösten Stoff, oder dessen Lösungswärme gemessen werden soll. Nach Ziehen des Stöpsels gelangt der zu untersuchende Stoff ins Kalorimeterwasser. Vor und nach der Reaktion wird das Thermometer abgelesen. Aus der Temperaturänderung und der Wärmekapazität des Stoffes und der des Wassers (Wasserwert) läßt sich die Reaktionswärme ermitteln.

Verbrennungswärmen werden in der *kalorimetrischen* oder *Berthelotschen Bombe* gemessen (BERTHELOT 1877). Das Verbrennungsgefäß ist innen mit Platinblech überzogen oder ganz aus nichtrostendem Stahl hergestellt und mit verdichtetem Sauerstoff gefüllt. Die in dem Tiegel befindliche Substanz wird elektrisch gezündet. Zur Analyse werden die Verbrennungsgase durch das Ausfallventil mit einem trocknen Luftstrom herausgeblasen. Zur Messung der Verbrennungswärme dient meist ein mit Wasser gefülltes, von einem Wassermantel umgebenes K.

Im *Eis-K.* wird die abgegebene Wärme zum Schmelzen von Eis verwandt. Im *Verdampfungs-K.*



wird der Probekörper durch gesättigten Wasserdampf von 1 at auf 100°C erwärmt. Die Menge des Kondenswassers wird durch Wägen bestimmt; durch Multiplikation mit der Verdampfungswärme des Wassers 539 cal/g) erhält man die aufgenommene Wärme. F. KOHLRAUSCH: Prakt. Physik, 2 Bde. (1960/62).

kalorisieren, Herstellung einer gegen hohe Temperaturen widerstandsfähigen Schicht auf Stahl, auch Kupfer, durch Erhitzen in Aluminiumpulver mit Zusätzen von Ammoniumchlorid od. -dgl., 2 Stunden auf 450°C oder 15 Minuten auf 700–800°C.

Kalotte, *Kappe*, →Kugel.

Kaltasphalt, eine Emulsion aus fein verteiltem Bitumen in Wasser unter Zusatz von Emulgatoren; wird im Straßenbau als Bindemittel für die Steine verwendet.

Kaltaushärtung – Kaltleiter

Kaltaushärtung. Härtesteigerung bei der Aushärtung von Stählen u. a. Legierungen bei relativ niedrigen Temperaturen, hat ihre Ursache in Vorgängen im Kristallgitter.

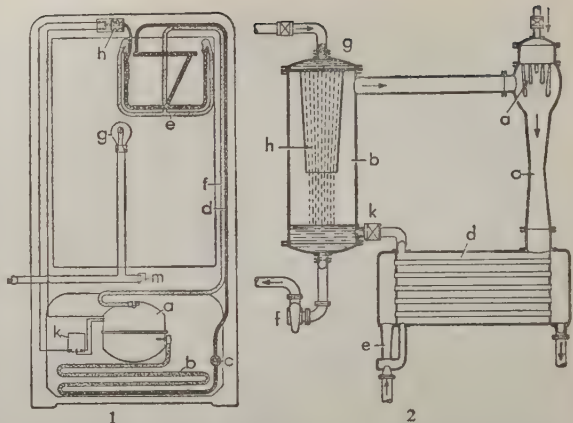
Kaltbruch, Kaltbrüchigkeit, die Herabsetzung der Schlagfestigkeit von Metallen durch Fremdbeimengungen bei normaler Temperatur, z.B. bei Stahl durch hohen Phosphor- und Schlackengehalt, bei Kupfer durch hohen Kupfer(I)-oxid-, Schwefel- oder Arsengehalt.

Kälte ist relativer Mangel an Wärme. K.-Erzeugung ist daher stets mit Wärmeerzeugung verknüpft was nur durch zusätzlichen Energieaufwand erreichbar ist (→ Wärme, → Entropie). K. entsteht bei Ausdehnung von Gasen unter gleichzeitiger Arbeitsleistung, durch Verdampfung von Flüssigkeiten, durch Verdunstungsvorgänge (Verdunstungs-K.), durch Lösungsvorgänge (Lösungs-K.), durch plötzliche Entmagnetisierung (→ Tieftemperaturforschung). – K.-Mischungen sind meist Salz-Eis-Gemische.

Die Temperaturenkung entsteht dadurch, daß die Stoffe beim Schmelzen Wärme verbrauchen, die der Mischung entzogen wird.

100 Teile Eis mit	Salz	Endtemperatur in °C
10 Teilen	Kaliumsulfat	– 1,5
13 „	Kaliumnitrat	– 2,9
25 „	Kaliumchlorid	– 11,1
23 „	Ammoniumchlorid	– 15,8
30 „	Natriumchlorid	– 21,2
42 „	Kalziumchlorid	– 55,0

Kältemaschinen, Anlagen zur Erzeugung tiefer Temperaturen, physikalisch eine Umkehrung der → Wärmekraftmaschinen. K. verbrauchen Energie zur Erzeugung von Temperaturgefällen. Man unterscheidet Kompressions- und Absorptionsmaschinen. Bei der *Kompressionsmaschine* wird in einem geschlossenen Kreislauf ein gasförmiges → *Kältemittel* (Ammoniak, Kohlendioxid, Difluordichlormethan) von einem Kompressor angesaugt, verdichtet und dann im Verflüssiger durch Wasser oder Luft abgekühlt. Das verflüssigte Kältemittel strömt durch ein Drosselorgan in den Verdampfer, wo es nach Druck- und Temperatursenkung unter Verdampfung der Umgebung Wärme entzieht; dabei entsteht die eigentliche Kälteleistung. Nach der Verdampfung beginnt der Kreislauf von neuem. – Bei der *Absorptionsmaschine* wird die Kälte meist durch Verdampfung von flüssigem Ammoniak erzeugt; die Verdichtung erfolgt jedoch durch Absorption des Ammoniaks in Wasser. Die konzentrierte Ammoniaklösung wird im „Kocher“ der Absorptionsmaschine



Kältemaschinen: 1 Kältschrank (Schema); a Motor und Verdichter, b Verflüssiger, c Trockner, d Kapillarrohr (Drossel), e Verdampfer, f Saugrohr, g Lampe, h Temperaturregler, k Motor-Anlaßrelais, m Lichtschalter. 2 Dampfstrahl-Kältemaschine; a Strahler mit Düsen, b Verdampfer, c Diffusor, d Verflüssiger, e Hilfsstrahlapparat, f Pumpe, g Sprühsatz, h versprühtes, verdampfendes Wasser, k Regelventil.

durch Beheizung so stark erwärmt, daß das Ammoniak dampfförmig ausgetrieben wird. Das unter hohem Druck stehende Ammoniak wird wie bei den Kompressionsmaschinen in einem Verflüssiger verflüssigt, auf dem Wege zum Verdampfer entspannt und gelangt nach Kälteleistung durch Verdampfung zum „Absorber“, einem dem Kocher ähnlichen Gefäß, wo es von einer schwachen Ammoniaklösung gering aufgelöst wird. Die konzentrierte Lösung wird durch eine Pumpe in den Kocher gedrückt, und die im Kocher befindliche ammoniakarme Lösung durch den Überdruck in den Absorber getrieben. – K. werden in der Tieftemperaturforschung und bes. für → Kühlanlagen benutzt. – Die moderne *Kältetechnik* begann mit der Erfindung der Ammoniak-Kompressionsmaschine durch C. v. LINDE, 1874. PLANK-KUPRIANOFF: Die Kleinkältemaschine (*1960); PLANK: Hb. der Kältetechnik (1953ff.).

Kältemittel, die in → Kältemaschinen verwendeten Arbeitsstoffe, meist leicht siedende Flüssigkeiten. Wasser kommt u. a. wegen der Lage seines Gefrierpunktes nur begrenzt in Frage.

Kaltformgebung, Kaltformung, die bildsame (plastische) Formung eines Werkstückes unterhalb der Umwandlungstemperatur (bei Stahl etwa 700° C), meist bei normaler Raumtemperatur; wird bes. angewendet beim Biegen, Streckziehen, Tiefziehen, Prägen, Fließpressen.

Kalthärtung, die → Kaltverfestigung. **Kalkathodenröhren** sind Gasentladungsröhren und werden als Stabilisatoren, Relaisröhren, Zähl- und Ziffernanzeigeöhren benutzt.

Kaltleiter, ein elektr. Leiter mit größerer Leitfähigkeit im kalten als im heißen Zustand, z. B. Glühlampendrähte und Eisenwiderstände.

KÄLTEMITTEL

Kältemittel	Chem. Formel	Normale Siedetemperatur, °C	Verflüssigungsdruck in at bei 25° C	Krit. Temperatur, °C	Krit. Druck at	Erstarrungstemperatur, °C
Monofluorchlormethan..	CFCl ₃	+ 23,6	1,1	198	44,6	– 111
Schwefeldioxid	SO ₂	– 10	4,0	157,5	80,4	– 75,5
Methylchlorid	CH ₃ Cl	– 23,7	5,8	143,0	68,1	– 98
Difluordichlormethan ¹) ...	CF ₂ Cl ₂	– 29,8	6,6	112,0	42,0	– 155
Ammoniak	NH ₃	– 33,3	10,2	132,4	115,2	– 77,9
Difluormonochlormethan ²)	CHF ₂ Cl	– 40,8	10,7	96,0	50,3	– 160
Kohlendioxid	CO ₂	– 78,5	65,6	31,0	75,2	– 78,5

¹ Handelsnamen: Frigen 12 (Dtl.); Freon 12 (USA). ² Handelsnamen: Frigen 22 (Dtl.); Freon 22 (USA).

Kaltlufttropfen, isolierte troposphäre. Kaltluftmassen von 500–1000 km Durchmesser, die im Polargebiet als *Kältepole* der ganzen Atmosphäre auftreten und sehr beständig sind.

Kaltmetall, Legierungen wie Mangan- und Nickel-Stähle mit geringer Wärmeleitfähigkeit.

Kaltrecken, das Bearbeiten und Formen von Metallgegenständen bei gewöhnlicher Temperatur, z. B. durch Pressen, Ziehen, Walzen. Hierdurch werden die Metallkristalle gestreckt, so daß bei Verkleinerung des Querschnittes der Werkstoff eine Längenzunahme erfährt; die Festigkeit nimmt zu, die Dehnbarkeit aber stark ab.

Kaltschweißung, eine meist unerwünschte Verbindung, die durch Aufeinanderpressen blanker Metallteile bei ungenügender Schmierung der Oberflächen entsteht.

Kaltspritzen, das Spritz-, Tubenspritz- oder Gegenfließverfahren beim Fließpressen.

Kaltsprödigkeit, Eigenschaft von Stählen, die bei niedrigen Temperaturen kein oder nur ein geringes plastisches Formänderungsvermögen besitzen. *Warmsprödigkeit* dementsprechend bei höheren Temperaturen.

Kaltverfestigung, das Ansteigen von Härte und Festigkeit fast aller Metalle und Legierungen bei der Verformung (*Kaltverformung*) unterhalb der Temperatur der Rekristallisation; bei der K. sinkt die Dehnung.

kaltwalzen, ein Arbeitsvorgang, bei dem das Werkstück in kaltem Zustand als warm vorgewalztes Band verarbeitet wird. Kaltgewalzte Bänder aus Stahl, Kupfer, Messing usw. werden verwendet zum Stanzen von Schreieffern, Knöpfen, für Teile elektr. Apparate usw., da sie ein längeres selbsttätiges Arbeiten der Stanzmaschine gestatten. K. verfestigt den Werkstoff.

kalzinieren, durch Erhitzen entwässern, z. B. bei Soda.

Kalzium, Ca, chem. Element aus der Gruppe der → Erdalkalimetalle, Ordnungszahl 20, Massenzahlen 40, 44, 42, 48, 43, 46, Atomgewicht 40,08; Dichte 1,55 g/cm³, Schmelzpunkt 850°C, Siedepunkt 1440°C. – K. kommt als sehr unedles Metall nur in Verbindungen in der Natur vor; diese sind sehr verbreitet, so daß K. etwa 3,4 % der Erdrinde bildet. Das freie Metall wird durch Elektrolyse von geschmolzenem Kalziumchlorid, gemischt mit Kalziumfluorid oder Kaliumchlorid, dargestellt; die Temperatur wird dabei gerade beim Schmelzpunkt von K. gehalten. Man zieht das abgeschiedene Metall, bedeckt von einer schützenden Salzkruste, in dem Maße aus dem Schmelzbad heraus, wie es sich an der Kathode abscheidet. – K.-Oxid, gebrannter → Kalk, K.-Hydroxid, gelöschter Kalk, K.-Chlorid, CaCl₂, dient als stark hygroscopische Substanz zum Trocknen von Gasen und organ. Flüssigkeiten. *Chlorkalk*, CaCl(OCl), ist ein wichtiges Desinfektionsmittel. K.-Bikarbonat, Ca(HCO₃)₂, ist in den meisten Gewässern enthalten; beim Kochen setzt es sich als Kesselstein, beim Verdunsten in Höhlen als → Tropfstein ab. K.-Sulfat heißt je nach dem Gehalt an Kristallwasser auch → Anhydrit (CaSO₄) oder → Gips (CaSO₄·2H₂O). Viele Düngemittel enthalten als Hauptanteil K.-Phosphate oder -nitrate oder Kalkstickstoff, CaCN₂. Zur Gewinnung des letzteren, von Azetylen und Kunststoffen benutzt man K.-Karbid, CaC₂. K.-Bisulfid, Ca(HSO₃)₂, wird zur Zelluloseherstellung verwendet. K.-Sulfid, CaS, ist eine phosphoreszierende Substanz, mit der Leuchtfarben hergestellt werden. K.-Silikat, CaSiO₃, ist Bestandteil des Glases, des Zements und der Hochfeinschlacke. Von Bedeutung sind auch die K.-Borate, borsäure Verbindungen des K. Eine Reihe von K.-Salzen spielt in der Biologie eine wesentliche Rolle, z. B. in der Knochensubstanz von Wirbeltieren. K.-Fluorid → Flußspat.

Kambrium, → Erdgeschichte.

Kamin, 1) gemauerter Rauchabzug (Esse, Schlot, Schornstein); 2) offene, in einer Mauernische angeordnete Feuerstelle im Wohnraum, die Wärme

nur durch die Strahlung des offenen Feuers abgibt; die meiste Wärme geht durch den Schornstein.

Kämmmaschine, *Kammstuhl*, Vorbereitungsmaschine der Baumwoll- und Kammgarnspinnerei, die aus dem Krempelband einen Teil der Kurzfasern (Kämmlinge) sowie die Faserknöten durch einen Kreiskamm ausscheidet und die Parallellage der Fasern verbessert. Ergebnis: Glatter Kammzug.

Kammerton, der seit 1939 auf 440 Schwingungen je Sekunde (880 Halbschwingungen) festgelegte Ton a' (eingestrichenes a), der sich aber nicht in allen Ländern durchgesetzt hat; z. B. sind amerikan. Instrumente in der Regel auf a' = 432 Hz gestimmt.

Kammgarn, glattes, langfaseriges Garn mit paralleler Faserlage aus Wolle oder Chemiefasern. Gegensatz: → Streichgarn.

Kampher, ein Ringketon der Bruttoformel C₁₀H₁₆O, wird als kristalline Masse von stechendem Geruch und brennend scharfem, hinterher kühlendem Geschmack aus dem Holz des in Ostasien, bes. auf Formosa heimischen *Kampherbaums* durch Behandeln der Holzpäne mit Wasserdampf gewonnen. Neben 89–94 % Rein-K. enthält der Extrakt 2–5 % K.-Öl. K. wird bes. zur Zelluloidherstellung verwendet, in der Medizin zur Belebung der Herztätigkeit. – *Synthetischer K.* wird aus dem Pinen des Terpinöls hergestellt. *Camphan* ist der dem K. entsprechende gesättigte Kohlenwasserstoff. *Camphen*, ein ungesättigter Kohlenwasserstoff, ist ein festes Terpen, das in vielen äther. Ölen vorkommt.

Kämpfer, 1) die vorspringende Auflagerplatte von Bögen oder Gewölben auf Pfeilern oder Säulen; 2) ein in den Fensterblendenrahmen fest eingebautes waagerechtes Holz- oder Stahlquerstück, das das Fenster in ein oberes und ein unteres Feld teilt.

Kanadabalsam, sehr klarer Terpinol kanadischer Balsamfichten, blaßgelb, dickflüssig, Spezialkitt für opt. Linsen und als Einschluss- und Konservierungsmittel mikroskopischer Präparate.

Kanal (TAFEL Wasserbau), 1) ein künstlich hergestellter Wasserlauf, Zubringer- und Ableitungsk., in denen das Wasser strömt, sind die *Bewässerungs- und Entwässerungsk.* zum Bewässern und Entwässern von Ländereien, die *Werk-K.* zur Zu- und Ableitung des Betriebswassers von Wasserkraftanlagen und die *Abwässer-K.* zur Abführung städtischer und gewerblicher Abwässer. Diese K. werden als offene Wasserläufe meist mit trapezförmigem Querschnitt (Sohle und Böschungen), bisweilen, wie Abwässer-K., als geschlossene Rohrleitungen (in Mauerwerk oder Beton) ausgeführt. *Schiffahrts-K.* haben meist stehendes Wasser; Höhenunterschiede im Gelände werden durch Schleusen oder Schiffshebewerke überwunden, die die Kanalstrecke in verschiedenen hoch liegenden *Haltingen* teilen. Die Querschnittsform ist meist eine Übergangsform zwischen Trapez und Parabel. Ein *Stich-K.* ist ein von einem Haupt-K. abzweigender kurzer Seiten-K.

Die *K.-Böschungen* werden vor allem in der Wasserlinie durch Steinschüttung, Pflaster, Betonplatten geschützt, neuerdings in stärkerem Maße auch durch Lebendverbauung. Der K. wird entweder im Gelände ausgehoben (Einschnitt) oder zwischen Dämmen geführt (Auftragstrecken). Wenn K.- und Grundwasserspiegel verschieden hoch liegen, wird der K. durch den Einbau wasserdichter Ton- oder Lehmischen, die das Kanalwasser wie eine Schale umschließen, gedichtet. Bei Schiffahrts-K. liegt auf beiden Ufern ein *Leinpfad* oder *Treidelweg*, früher zum Schleppen der Schiffe mit Pferden oder Treidellokomotiven, heute dient er der K.-Unterhaltung. Wasserläufe werden in Düken unterführt, größere Wasserläufe in K.-Brücken überschritten.

K., die der Binnenschifffahrt dienen (*Binnen-K.*), ergänzen das durch die Flüsse gebildete Wasserstraßennetz, indem sie Querverbindungen zwischen den Flüssen herstellen (Mittelland-K., Oder-Spree-K., Bromberger K.), Wasserscheiden, d. h. trennende Gebirgszüge übersteigen (Rhein-Main-Donau-K.), neben schwer oder unbefahrbar oder überlasteten Flußstrecken herführen (*Seiten-*,

Umgehungs-K.) oder größere Wirtschaftsgebiete mit Seehäfen verbinden. **See-K.** verbinden zwei Meere miteinander, entweder in offenem Durchstich (Suez-K.) oder als Schleusen-K. (Panama-K.).
Tb. f. Bauingenieure, hg. v. SCHLEICHER (*1955); H. DEHNERT: Verkehrswasserbau, 3 Bde. (1950).

2) das Frequenzband für Übertragung von Telegraphierzeichen, Sprache, Musik oder Fernsehen, bestehend aus Trägers und 1 oder 2 Seitenbändern.

Kanalblech, ein Blech mit Hohlräumen, wird hergestellt, indem zwei Bleche durch walzen an vorher bestimmten Stellen miteinander vereinigt werden. Die Flächen, die nachher den Hohlraum bilden sollen, werden mit einer Trennschicht versehen, um an dieser Stelle ein Verschweißen der Bleche zu verhindern. Durch Einpressen eines Gases oder einer Flüssigkeit in den Spalt wird in einer Form das ebene Blech zum Hohlkörper aufgeweitet. K. wird vorwiegend als Wärmeaustauscher, z. B. als Verdampfer in Kühlmöbelen verwendet.

Kanalgase, meist überliche Ausdünstungen aus Abwasserkanälen, enthalten flüchtige Fettsäuren, Kohlenwasserstoffe, Kohlendioxid, Ammoniak, Schwefelwasserstoff und andere Gase, die bei genügender Konzentration giftig wirken. Abwässer mit flüchtigen Brennstoffen (Benzin, Benzol usw.) bilden entzündbare K., die zu Kanalexlosionen führen können. Solche Abwässer müssen deshalb Benzinaabscheider durchlaufen.

Kanalisation, → Stadtentwässerung.

Kanalisation, → Flußbau.

Kanalstrahlen, historische Bezeichnung (GOLDSTEIN, 1886) für positive Ionenstrahlen, die man erhält, wenn man in einer Gasentladungsröhre die Kathode durchlöchert. Ein Teil der positiven Ionen fliegt durch die „Kanäle“ und wird dahinter allmählich abgebremst.

Kanalwaage, Feldmeßgerät, bei dem die waagerechte Blicklinie durch die beiden Wasseroberflächen in kommunizierenden Röhren bestimmt wird.

kannettieren, Schußgarne zu webfertigen **Kannetten** auf Schußhülsen umspulen.

Känozoikum, → Erdgeschichten.

Kant-Laplacesche Theorie, → Kosmologie.

Kaolin, **Porzellanerde**, ein weißliches, weiches, erdiges Sedimentgestein aus der Gruppe der Tone, das aus Kaolinit mit geringen Beimengungen von Quarz, hellem Glimmer, Feldspatresten usw. besteht. Die Vorkommen sind an Braunkohlelager gebunden, z. B. bei Meißen. K. wird mit Wasser knet- und formbar. Durch Brennen wird aus ihm Porzellan und Steinzeug gewonnen.

Kaolinit, monoklines Mineral, $Al_2Si_2O_{10}(OH)_2$, im Aufbau den Glimmern verwandt, weiß oder gelblich, dicht, Hauptmineral des Kaolins. Er bildet sich durch Verwitterung von Feldspäten, bes. unter sauren Humusböden. Bei Temperaturen von 600–700° C aufwärts geht er in harte, wasserfreie Verbindungen über. Sehr ähnlich sind *Halloysit*, $Al_2Si_2O_5(OH)_4 \cdot 4H_2O$, und *Montmorillonit*, $Al_2Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$, mit wechselndem Wassergehalt, wichtige Bestandteile von Tonen.

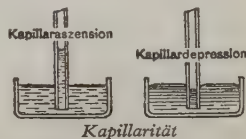
Kaonen, die K-Mesonen, → Mesonen.

Kapazität, 1) ELEKTROSTATIK: das Verhältnis C der elektr. Ladungen Q auf zwei elektr. Leitern und der zwischen ihnen bestehenden Potentialdifferenz U, $C = Q/U$. → Elektrizität. Der Begriff der K. verliert seinen Sinn bei schnell veränderl. elektromagnet. Feldern, wenn die räuml. Ausdehnung der Leiter mit der Wellenlänge der elektromagnet. Schwingung vergleichbar wird.

2) **Ladekapazität** eines Akkumulators, das Produkt aus Entladestrom und Entladezeit, gemessen in Amperestunden. Die K. von Bleiakkumulatoren beträgt etwa 4 Amperestunden je dm^2 der Platten; sie sinkt mit wachsender Entladestromstärke.

Kapillarität, die physikal. Erscheinungen, die infolge der → Oberflächenspannung von Flüssigkeiten an engen Hohlräumen fester Körper, also an Spalten, Haarröhrchen (**Kapillaren**) und bei Porosität auftreten. **Kapillarasension** nennt man das Auf-

steigen von Flüssigkeiten, die den festen Körper benetzen. Man nutzt es bei der Steighöhenmethode zum Messen der Oberflächenspannung. Kapillarasension ist auch das Aufsteigen von Öl im Docht oder das Ansaugen von Tinte durch Löschpapier. → **Kapillardepression** tritt auf bei Flüssigkeiten, die den festen Körper nicht benetzen; Beispiel: Quecksilber. → **Kapillarkondensation**, die Aufnahmefähigkeit von porösen Körpern, wie Kohle oder Silikagel (→ Adsorption), für leicht kondensierbare Gase, nimmt bei steigendem Druck des Gases dicht unterhalb des Sättigungsdruckes stark zu (steiler Anstieg der Adsorptionsisotherme). Erklärung: Im Inneren von kapillaren Hohlräumen wird die Flüssigkeitsoberfläche infolge der Oberflächenspannung stark konkav, wodurch der Gleichgewichtsdruck an dieser Oberfläche vermindert und die Verflüssigung erleichtert wird.



Kapillarelektische Erscheinungen. Ist Quecksilber in einer vertikal stehenden Kapillare mit einer Elektrolytlösung (z. B. Kaliumnitrat oder Schwefelsäure) übersättigt, so ist die Grenzflächenspannung an der Phasengrenze Quecksilber/Lösung eine Funktion der sich hier infolge der elektr. Potentialdifferenz ansammelnden elektr. Ladungen, deren Größe von der zwischen Quecksilber und Lösung angelegten elektr. Spannung abhängt.

Kapillarwellen, **Kräuselwellen**, durch → Oberflächenspannung bedingte Flüssigkeitswellen mit relativ kleiner Wellenlänge.

Kapok, **Pflanzendane**, weiches, lufthaltiges, daher sehr leichtes Samenhaar des Kapokwollbaumes. Verwendung als Polster- und Füllmaterial, z. B. für Schwimwesten.

Kaprinsäure, **Dekansäure**, $C_{11}H_{21}COOH$, eine gesättigte Fettsäure, die neben der **Kaprinsäure** (**Hexansäure**), $C_6H_{13}COOH$, und der **Kaprylsäure** (**Oktansäure**), $C_8H_{17}COOH$, an Glycerin gebunden, in Butter und Pflanzenfetten vorkommt.

Kaprolaktam, $CH_2 - (CH_2)_4 - C = O$, Lak-

tam der ε-Aminokaprinsäure, erhalten durch Beckmannsche Umlagerung des Zyklohexanonoxims. Ausgangsstoff für die Herstellung von → Polyamiden des Perlon-Typs.

Kaprubin, → Granat.

Kar, Gehängene im (Hoch-) Gebirge, durch Gletschertätigkeit geformt.

Karat, 1) Gewichtseinheit im **Edelsteinhandel**; 1 metrisches K. gleich 0,2 g. 2) **Goldgewicht**: die Verhältniszahl mit dem Nenner 24 zwischen dem Gesamt- und dem Feingewicht von Goldlegierungen; reines Gold hat 24 K (→ Feingehalt).

Karbamid, → Harnstoff.

Karbide, Verbindungen des Kohlenstoffs mit einem Metall oder Halbmetall, entstehen durch Vereinigung oder durch Glühen der Sauerstoffverbindungen mit überschüssigem Kohlenstoff. Die K. der Leichtmetalle zersetzen sich mit Wasser in Metallhydroxide und Kohlenwasserstoffe. **Bisen-K.**, Fe_3C , ist ein Bestandteil techn. Eisensorten, **Wolfram-K.**, Hauptbestandteil in Hartmetallen. Sehr große Härte besitzen die Bor- und Silizium-K.

Kalziumkarbid, kurz **Karbid** genannt, CaC_2 , wird großtechnisch aus Kalk und Kohle im elektr. Ofen bei etwa 2000° C in geschmolzenem Zustande hergestellt. Es reagiert mit Wasser lebhaft unter Bildung von Acetylen und Kalziumhydroxid und ist damit Grundlage der Acetylenchemie und der Acetylenenerzeugung für das Autogenschweißen.

Karbolineum, braunes Steinkohlenteeröl, enthält Phenole, zykl. Stickstoffverbindungen, Naphthalinhomologe u. a., wird in Wasser emulgiert verwendet zum Haltbarmachen von Holz und zur Schädlingsbekämpfung an Bäumen (z. B. Schildlaus). Unverdünn schädigt es Pflanzenteile.

Karbolsäure, →Phenol.

Karbon, Zeitschnitt der →Erdgeschichte. Gliederung in **Oberkarbon**: Stephan, Westfal, Namur, und **Unterkarbon**: Dinant. Die hauptsächlich variskische Faltung (sudetisch) entstand an der Grenze Unter-Oberkarbon. Das Oberkarbon ist in Europa und Nordamerika Träger wichtigster Steinkohlengager.

Karbonate, Salze der Kohlensäure, H_2CO_3 . Die wichtigsten K. sind Kalium-K. (Pottasche), K_2CO_3 , Natrium-K. (Soda), $Na_2CO_3 + 10 H_2O$, Kalzium-K. (Kalkstein, Kreide, Marmor u. a.), $CaCO_3$, Eisen-K. (Eisenspat), $FeCO_3$. Andere K. →Bikarbonate, →Ammonium.

karbonisieren, 1) Getränke mit Kohlendioxid versetzen. 2) SODAFABRIKATION: das Einleiten von Kohlendioxid in Laugen. 3) TEXTILTECHNIK: pflanzl. Beimengungen (z. B. Kletten) aus Wolle und Wollwaren mit starken Säuren oder säureabspaltenden Salzen bei höherer Temperatur entfernen. Die Zellulosebestandteile werden abgebaut („verkohlt“) und durch Klopfen oder Schlagen beseitigt.

Karbonsäure, eine organisch-chemische Säure, die die einwertige Carboxylgruppe $-COOH$ enthält. Der Zahl der in einer K. vorhandenen Carboxylgruppen entsprechend gibt es **Mono**-, **Di**- und **Tri-K.** Einfachste K. ist die →Ameisensäure, $H-COOH$, einfachste Di-K. die Oxalsäure, $COOH-COOH$. Die K. entstehen u. a. durch Oxydation von →Alkoholen oder →Aldehyden.

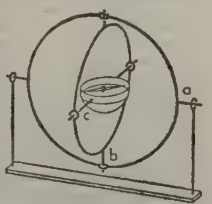
Karboxyl, die Atomgruppe $=C=O$ in den Aldehyden, Ketonen, Chinonen.

Karboxyl, die einwertige Atomgruppe $-C(=O)OH$, die die →Karbonsäuren kennzeichnet.

Karbrodruck ein photograph. Kopierverfahren:

eine pigmenthaltige Gelatineschicht wird mit einer Lösung verschiedener Kaliumsalze getränkt und dann mit der Bromsilberkopie in Kontakt gebracht.

Kardangelenk, Gelenk zur Kraftübertragung von einer Welle zur anderen unter einem Winkel, z. B. am Kurbelgetriebe. Die **Kardanwelle** hat K. an beiden Enden.



kardanische Aufhängung, von CARDANO erfundene Aufhängevorrichtung: drei unter rechtem Winkel ineinander bewegliche Ringe. Ein im Innersten befindl. Körper behält bei Lageänderung des Ganzen seine natürliche Lage bei, z. B. ein Kompaß an Bord eines Schiffes, eine Lampe usw.

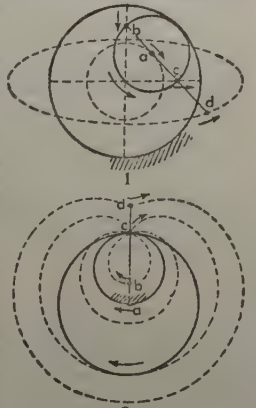
kardanische Aufhängung mit drei Achsen (a, b, c); der aufgehängte Körper (Kompaß) ist frei dreh- und schwenkbar.

kardanische

Formeln, Formeln zur Auflösung von Gleichungen 3. Grades.

Kardankreise,

nach CARDANO zwei Kreise vom Durchmesserverhältnis 1:2 mit Innenberührung. Rollt der kleine im großen (BILD 1), so beschreibt z. B. der Punkt d eine Ellipse, bei b und c ergeben sich Geraden, d. h. entartete Ellipsen. Rollt umgekehrt der große um den feststehenden kleinen (BILD 2), so beschreiben alle Punkte, z. B. b, c und d, blattähnliche Kurven (**Kar-**



Kardankreise

dioiden). K. finden sich als **Polbahnen** in gewissen Kurbelgetrieben.

Karde, →Krempel.

Kardinalzahl, Anzahl, ein beliebiger Repräsentant aus einer Klasse von untereinander äquivalenten Mengen. →Zahl.

Kardioiden, algebraische Kurve 4. Ordnung mit einem Knotenpunkt.

Karmin, roter Farbstoff aus der Koschenille, einer Schildlaus-Art. Der färbende Bestandteil ist die **Karminsäure**, ein kompliziertes Oxyanthrachinonderivat.

Karoluszelle, →Kerzelle.

Karotin, $C_{40}H_{56}$, ein gelbroter Pflanzenfarbstoff, der in isomeren Formen als α -, β - und γ -K. in grünen Pflanzen und angereichert z. B. in Mohrrüben, Paprika u. a. vorkommt. Ähnlich aufgebaut wie die K. sind die **Karotinoide**, zu denen bestimmte Blütenfarbstoffe, Federfarbstoffe, der Butterfarbstoff, der rote Farbstoff der Hummerpanzer, ferner Xanthophyll (gelber Blattfarbstoff), Vitamin A, Crocin u. a. gehören. Die K. sind die Stammsubstanzen des Vitamins A, das im Körper durch ein Enzym aus ihnen gebildet wird.

Karren, Erosionsformen im Kalk-Hochgebirge und im Karst.

Karrer, Paul, schweizer. Chemiker, *1889, Prof. in Zürich, erhielt für seine Vitamin-Untersuchungen 1937 den Nobelpreis.

Karsterscheinungen, Oberflächenformen, die in bestimmten relativ leicht lösl. Gesteinen (Kalk, Dolomit, Marmor, Gips) bei gleichzeitig unterirdischer Entwässerung auftreten. Charakteristische K. sind **Dolinen**, **Uvales**, **Poljen** und schlotartig in die Tiefe führende **Ponore**. **Karstquellen** sind sehr starke Quellen, in denen unterirdisch fließende Gewässer ausfließen (Aachquelle).

Karte, das verkleinerte und durch →Kartenprojektion in der ebenen K.-Fläche wiedergegebene Bild der Erdoberfläche. Je nach Maßstab werden dabei die Gegebenheiten der Siedlung und der Landschaft mehr oder weniger generalisiert, aber möglichst anschaulich und gut lesbar wiedergegeben; dies betrifft besonders die Darstellung des Geländereiefs, d. h. der 3. Dimension. Man unterscheidet je nach Maßstab: **Geographische K.**, kleiner als 1:300 000, besonders in Atlanten; **topographische** oder **Original-K.**, die aus der topographischen Geländeaufnahme abgeleitet sind; hierunter vor allem die amtlichen Kartenwerke 1:200 000 bis 1:200 000 der Länder; ferner die ebenfalls amtlich hergestellten **Grund-K.** größeren Maßstabs, in Deutschland 1:5000; die kartographisch einfach gestaltet sind. Darstellungen in großem Maßstab sind meist einfache Verebnungen, d. h. Pläne. Die Geländeformen werden bei Originalkarten neuerdings durch **Isohypsen** (→Iso-Linien) oder **Schichtlinien** wiedergegeben, deren Anschaulichkeit durch Schummern meist in Nordwestbeleuchtung unterstützt wird. Sehr wichtig ist oft die Farbgebung, wodurch die Klarheit der Darstellung und insbesondere die plastische Gestaltung der Geländeformen wesentlich verbessert werden kann. Farbgebung nach natürlichen und Regionalfarben zusammen mit Luftperspektive (nach IMHOF) und mechanischer Schattensplak (nach WENSCHOW) ermöglichen sehr vielseitige und künstlerisch hochstehende Wirkungen.

Außerordentlich vielgestaltig sind die **angewandten** oder **thematischen K.**, bei denen nur ein der allgemeinen Orientierung und Lokalisierung dienendes kartographisches Gerippe vorliegt, in das statistische und sonstige wissenschaftliche Eintragungen (z. B. über Bevölkerung, Wirtschaft u. dgl.) gemacht sind. Oft sind solche Karten zu Atlanten zusammengestellt (Wirtschaftsatlas).

IMHOF: Gelände und Karte (1950); W. BORMANN: Allgemeine Kartenkunde (1954).

Kartenprojektion, die rechnerische und zeichnerische Abbildung der kugelförmig gekrümmten Erdoberfläche in die Kartenebene. Da die Kugeloberfläche nicht abwickelbar ist, kann dies grundsätzlich nicht ohne Verzerrungen geschehen. Die Geo-

Kartiergeräte – Käte

graphie bevorzugt *flächentreue* Abbildungen mit Winkelverzerrungen, die Nautik und Geodäsie *winkeltreue* Abbildungen mit Flächenverzerrungen. Man unterscheidet Abbildungen auf Berührebene (*Azimalalprojektion*), Kegel, Zylinder oder auf Grund allgemeiner mathematischer Transformation. – *Perspektivische* oder *echte Projektionen* auf die *Berührebene*: a) gnomonisch vom Kugelmittelpunkt aus, die Kugelgroßkreise werden als Gerade abgebildet (wichtig für Navigation); b) stereographische Projektion vom Gegenpol aus, winkeltreu; c) orthographische Projektion aus dem Unendlichen (für Erdansichten). – *Flächentreue* Abbildung nach LAMBERT: vom Berührungspunkt ausgehende Kugelsehnen werden längentreu abgebildet. – Berührt die Ebene im Nordpol, entsteht eine normale oder polständige, berührt sie beliebig, entsteht eine schiefachsige Abbildung. – Der *Abbildungs-Kegel* kann die Kugel berühren oder in zwei Parallelkreisen schneiden. Wichtig sind die *flächentreue* Kegelabbildung nach ALBERS und die *winkeltreue* nach LAMBERT, beide mit zwei längentreuen Parallelkreisen. Eine *unechte flächentreue Kegelprojektion* ist die nach BONNE, die historische Bedeutung hat. – Die wichtigste *echte Zylinderprojektion* ist die nach MERKATOR. Die Meridiane sind parallele gleichabständige Gerade, senkrecht dazu die Parallelkreise, deren Abstände aber vom Äquator aus so wachsen, daß Winkeltreue (im kleinsten) entsteht. Die Loxodromen, d.h. Linien gleichen Azimuts auf der Kugel, nach denen die Schifffahrt steuert, werden als Gerade abgebildet. Die transversale Merkatorprojektion, bei der der Zylinder nicht im Äquator, sondern längs eines Meridians berührt, ist in der Geodäsie als *Gauss-Krüger-Projektion* von weltweiter Bedeutung; es werden dabei nur Streifen von 2–6° Längenunterschied abgebildet. Aus den BILDERN 1–3 lassen sich durch Umformungen eine große Anzahl weiterer, vor allem „unechter“ Abbildungen ableiten, die die Eigenschaften der „echten“ Abbildungen nur zum Teil aufweisen. Besonders für Abbildungen der ganzen Erde, die *Globalprojektionen* werden durch „Umbeziffern“ oder „Umgraden“ neue Abbildungen mit besonderen Eigenschaften entwickelt.

Für die Berechnung der Kugel ist die *Indikatrix* wichtig, eine Ellipse, die das Bild eines kleinsten Kugelkreises in der Abbildung darstellt und an jeder Stelle der Abbildung Flächen- und Winkelverzerrungen angibt.

Kartiergeräte dienen im PLAN- und KARTENWESSEN dem genauen Auftragen von Punkten, Geraden, Kurven, Winkeln und Netzen. Zu ihnen gehören einfache Lineale und Transversalmaßstäbe mit verschiedenen Maßstabteilungen (1:1000, 1:2500, 1:5000 usw.), Kurvenlineale (z. B. für Eisenbahnkurven mit bestimmten Radien), für Winkelmessungen Halb- und Vollkreiswinkelmesser (Transporteure), in ausführlicherer Form mit Skalenzeiger und Nonieneinstellung und für höhere Ansprüche Polarkoordinatographen für Punkte, die von einem Zentralpunkt aus nach Richtung und Entfernung gegeben sind, Dreiecke (45°, 30°- und 60°-Winkel an der Hypotenuse); für Netzkonstruktionen Koordinatographen, zugleich zum Auftragen von rechtwinkligen oder Polarkoordinaten. → Storchschnabel.

In der PHOTOGRAMMETRIE dienen K. zur optisch-mechan. Festlegung des Inhalts von Stereomeßbildern nach Lage und Höhe, → Photogrammetrie.

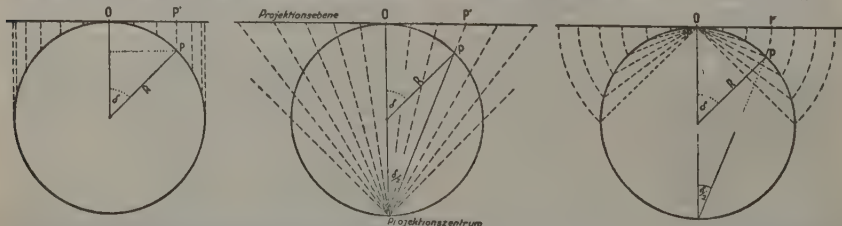
Kartoffelerntemaschinen (TAFEL Landwirtschaftliche Maschinen), Maschinen zum Auswerfen der Kartoffeln. Der Erddamm wird mit einer Schar hebend auffahren und von kreisenden gabelförmigen Werkzeugen durchschlagen, wobei die Kartoffeln herausgeschleudert werden (*Stab-, Schleuderrad-, Siebradroder*), oder die Kartoffeln werden von Siebketten oder Rüttelrosten aufgenommen, wobei sie von Erde und Kraut befreit werden (*Siebroder*). Zusatzeinrichtungen ermöglichen die Kartoffelablage in Haufen oder Wagen.

Kartoffelkulturmaschinen dienen zur Aussaat, Pflege und Ernte der Kartoffeln. Die *Kartoffelpflanzlochmaschine* hebt durch verstellbare 4- bis 6armige Grablöffel in gleichen Abständen hintereinander Löcher aus. Die nachfolgende *Kartoffelzudeckmaschine* (*Kammformer*) wirft Erddämme über den Reihen auf. Löchergraben, Legen, Zudecken in einem Gang verrichten die *Kartoffellegemaschinen*; das Legen geschieht dabei durch Becherwerke oder Saaträder mit Schöpfern oder Greifern. Zur Weiterbearbeitung dienen Hackgeräte und Eggen, zum Ernten → Kartoffelerntemaschinen.

Karton, 1) ein dickes, steifes Papier, dessen Gewicht 150–500 g/m² beträgt. Schwererer K. wird meist *Pappe* genannt. K. kann einlagig oder aus mehreren Bahnen auf der Papiermaschine zusammengegauscht oder nachträglich aus mehreren Papierbahnen zusammengeklebt (kaschiert) werden. 2) ein Ersatz- oder Ergänzungsblatt, das zur Fehlerberichtigung oder Ergänzung des Textes nachträglich in ein Buch eingefügt wird; auf Landkarten und Plänen eine meist am Rande der Karte gegebene Sonderdarstellung eines Teils dieser Karte.

kaschieren, zwei oder mehrere Papier- oder Gewebelagen nach Auftragen einer Bindschicht (meist Kaschschuk) durch Doublieren verbinden, z. B. für Autoverdeckstoffe, Drucktücher, Schuhstoffe.

Käse wird aus Milch, Sahne (Rahm), Magermilch, Buttermilch, auch mit Molke, Wasser, Kochsalz, Pilz- und Bakterienkulturen durch Säuerung oder Zusatz von Lab gewonnen. Herstellung der *Labkäse*: Für einen Emmentaler K. (75–85 kg) benötigt man etwa 1000 l Vollmilch, die mit Lab bei 35°C dickgelegt werden. Die gallertige Masse wird mit einem säbelartigen Gerät (Käsesäbel oder -schwert), dann mit einem mit Draht bespannten Rahmen (Käseharte) zerkleinert und mit einem Quirl (Brecher, Weibel) verrührt. Darauf wird 25 bis 30 Minuten auf 50–60°C erwärmt (gebrannt). Der Bruch kommt in einem Holzreif (Yärb) unter eine Presse, wodurch er die Laibform erhält. Nach 6–8 Stunden kommt der K. für einige Tage bei 12–15°C in den Keller und wird durch Einreiben mit Salz oder Eintauchen in eine 20%ige Salzlösung gesalzen. Nach weiteren 10–14 Tagen läßt man den K. 8–10 Wochen bei 17–22°C und 90% relativer Luftfeuchtigkeit reifen, wobei er alle 2 Tage gewendet und gesalzen wird. Dann folgt eine Nachreife bei 10–14°C, so daß der K. nach 4–10 Monaten verkaufsfähig ist. Durch Abwandlung dieser Herstellungsvorgänge erhält man die verschiedenen Sorten von *Harthäsen* und *Schnittkäsen*.



Kartenprojektionen: Azimalalprojektionen; links orthographische ($OP' = R \sin \delta$), Mitte stereographische ($OP' = 2R \cdot \sin \delta/2$), rechts Lamberts flächentreue Azimalalprojektion ($OP' = 2R \cdot \sin \delta/2$).

Zur Herstellung von *Weichkäse* wird die dickgelegte Milch in Formen geschöpft, aus denen die Molke abläuft. Die Bruchlaibchen, mit Reinkulturen von Bakterien und Schimmelpilzen geimpft, werden im Keller in wenigen Wochen gereift.

Sauermilchkäse entsteht aus dem beim Erwärmen gesäuerter Magermilch sich abscheidenden Quark, der wie der Weichkäse mit Schmierebildung reift.

Kasein, ein phosphorsäurehaltiger Eiweißkörper der Säugetiermilch. K. ist ein wichtiger Nahrungsbestandteil für den jungen Organismus. Technisch findet es Verwendung zur Herstellung von *K.-Kunststoffen*, *K.-Fasern* und als Bindemittel für Anstrichfarben, zur Papierleimung, zum Wasserdichtmachen von Geweben, Herstellung von Appreturen und Klebstoffen.

Kaskade, CHEMISCHE TECHNIK: Anordnung über- oder hintereinandergeschalteter, gleichartiger Geräte, z.B. Rührgefäße, Extraktions-, Destillationsapparate, die das Material stufenweise durchläuft.

Kaskadengenerator, Gerät zur Erzeugung hoher Gleichspannungen, das mit mehreren kaskadenartig hintereinandergeschalteten Gleichrichtern arbeitet. Die erste Kaskadenstufe (BILD) besteht aus Transformator (T_1),

Kondensator (K_1) und Gleichrichterröhre (G_1). Durch die an den Transformatoraufklemmen $a, b, 3U_1$ auftretende Wechselspannung wird der Kondensator K_1 auf die Scheitelspannung $U_1 = U_{ac}$ aufgeladen. Das Potential des Punktes c liegt dann in jedem Zeitpunkt um U_1 höher als das des Punktes a . In der zweiten Kaskadenstufe (K_2, G_2) nimmt der Punkt d in der positiven Wechselstromphase, in der die Ventile Strom führen, das Potential von c an, so daß in der darauffolgenden, für die Ventile stromfreien Halbperiode, zwischen d und b im Maximum die Spannungsdifferenz $2U_1$ herrscht. Ganz analog bildet sich in der dritten Kaskadenstufe (K_3, G_3) zwischen den Punkten e und c abermals die Spannungsdifferenz $U_{ec} = 2U_1$ aus. Damit tritt zwischen den Punkten a und e die Gesamtpotentialdifferenz $3U_1$ auf.

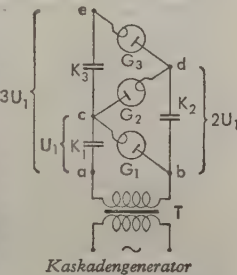
Man hat K. für Spannungen bis etwa 3 Mio Volt gebaut. Sie dienten früher in der Kernphysik zum Aufbau von Teilchenbeschleunigern, sind aber durch Bandgeneratoren und Zyklotrone verdrängt. W. FINKELNBURG: Einf. in die Atomphysik (7^{te} 1962).

Kaskadenschaltung, ELEKTROTECHNIK: eine Art der Hintereinanderschaltung gleichgearteter Teile, z.B. Generatoren, bei der außer der Spannungsteilung auf die beiden hintereinandergeschalteten Elemente noch ein Gefälle (*Kashade*) entsteht. Bei zwei Drehstrommotoren in K. z.B. wird die Sekundärwicklung des ersten Motors mit der Primärwicklung des anderen hintereinandergeschaltet.

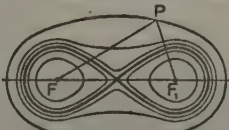
Kaskadenschauer, → Schauer.

Kaskadenumformer, ein elektr. Maschinensatz zur Umformung von Drehstrom in Gleichstrom. Er besteht aus einem Asynchronmotor und einer Maschine von der Bauart eines Einankerumformers. Die Läufer sind mechanisch gekuppelt, ihre Wicklungen sind miteinander verbunden, der Drehstrommotor gibt so mechan. und elektr. Leistung an die zweite Maschine ab. Diese arbeitet dann teils als Gleichstromgenerator und teils als Einankerumformer.

kassinische Kurve, eine ebene Kurve,



Kaskadengenerator



kassinische Kurve

der geometr. Ort aller Punkte P , für die das Produkt der Entfernungen von zwei festen Punkten F_1, F_2 konstant ist.

Kassiopeia, Sternbild im nördlichen Teil der Milchstraße.

Kassiopeium, → Lutetium.

Kata-Einheit, → Kathetrometer.

Katakautistik, → Kautistik.

Katakalse, → Dislokation.

Katalasen, eisenhaltige → Enzyme, die aus Wasserstoffperoxid molekularen Sauerstoff entwickeln.

Katalyse, die Geschwindigkeitsänderung chemischer Umsetzungen durch Anwesenheit bestimmter Stoffe (*Katalysatoren*), die durch die Reaktion selbst nicht verbraucht werden oder keine dauernde Veränderung erleiden. In vielen Einzelfällen ist nachgewiesen, daß aus Katalysator und reagierender Substanz kurzlebige Zwischenprodukte entstehen, die nach Beteiligung am Reaktionsgeschehen wieder zerfallen und den Katalysator zurückbilden. K. kann durch feste, flüssige (gelöste) oder gasförmige Stoffe hervorgerufen werden. Bei der *homogenen K.* befindet sich der Katalysator im Reaktionsmedium vollständig gelöst (bei Gasen und Flüssigkeiten), bei der *heterogenen K.* sind Katalysator und reagierender Stoff in verschiedenem Aggregatzustand. Der Katalysator kann schon in kleinen Mengen außerordentlich viel größere Quantitäten der reagierenden Stoffe beeinflussen. Der Katalysator muß große Wirksamkeit und große Oberfläche, konstante Leistung, stabilen Aufbau, und leichte Regenerierbarkeit aufweisen. Feste Katalysatoren, die eine Gas- oder Flüssigkeitsreaktion beschleunigen, und die in der Technik auch *Kontakte* heißen, bringt man meist auf poröse, oberflächenreiche Trägersubstanzen auf.

K. aller Art spielen bei biochem. Vorgängen in den Organismen, wo die Katalysatoren als → Enzyme bezeichnet werden, und in der modernen chem. Technik eine überragende Rolle. Einige der wichtigsten Reaktionen mit bevorzugter Verwendung von Katalysatoren sind Aufnahme und Abspaltung von Wasserstoff (Hydrierung und Dehydrierung) mit Platin, Nickel, Metalloiden als Katalysatoren, Oxydationen (z. B. Schwefelsäuredarstellung), Spaltungen, Kondensationen, Polymerisationen verschiedener organ. Verbindungen, Spaltung und Umwandlung von Naturstoffen.

Kataphorese, → elektrokinetische Erscheinungen.

Katapult, → Startschleuder.

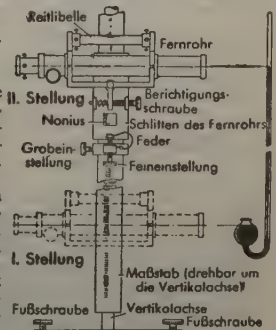
Kathetometer, Meßinstrument zur Überwachung der Abkühlung bei Klimaanlagen. Die *Kata-Einheit* ist die Wärmemenge in Millikalorien, die von 1 cm² Oberfläche bei einer Temperaturabnahme von 38 auf 35°C in 1 s abgegeben wird. Für bewohnte Räume sind 4–6 Kata-Einheiten zulässig; darunter: zu warm, darüber: zu kalt oder zu starke Luftbewegung.

Katenoid, *Kettenfläche*, entsteht als Umdrehungsfläche der → Kettenlinie bei deren Rotation um eine Gerade, die parallel ist zur Tangente im Scheitelpunkt der Kettenlinie.

Katergol, → Rakete.

Katheten, MATHEMATIK: die am rechten Winkel des rechtwinkligen Dreiecks anliegenden Seiten.

Kathetometer, Gerät zum Messen des Höhenunterschiedes, z. B. von zwei Flüssigkeitskuppen. Es besteht aus einer senkrechten Säule, einem verschiebbar daran angebrachten Visier-Fern-



Kathetometer

rohr und einem Maßstab zum Messen der Verschiebung.

Kathode, die negativ geladene → Elektrode; **Kathodenfall**, → Gasentladung.

Kathodenstrahlen, aus der K. einer Elektronenröhre austretende Elektronenstrahlen (→ Elektron).

Kathodenstrahlröhre, eine mit Kathodenstrahlen (Elektronenstrahlen) arbeitende evakuierte oder mit geringen Gasgemischen gefüllte → Elektronenröhre. Im Sprachgebrauch sind die Begriffe K. und Braunsche Röhre etwa gleichbedeutend, obgleich unter K. eigentlich auch z.B. Wanderfeldröhren (Travelling Wave Tubes), → Klystrons, Abstimmanzeigeröhren (magisches Auge), Kathodenstrahlwechsler (Elektronenstrahlwechsler) fallen.

Der **K.-Speicher**, **Williamsspeicher**, ist eine Speichervorrichtung für Zahlen oder Befehle in ziffernmäßigen → Rechenautomaten. In einer K. läuft ähnlich wie beim Fernsehen der Elektronenstrahl ständig zeilenweise über den Schirm. Um eine als Impulsfolge zugeführte Zahl zu speichern, wird die Strahlstärke in zwei Stufen nach dem Vorhandensein oder Fehlen von Impulsen gesteuert. Beim Auftreffen auf den Schirm oder auf eine besondere Isolatorfläche in der Röhre schlägt der Strahl punktweise Sekundärelektronen aus und schafft so eine der Impulsfolge entsprechende Ladungsverteilung, die für einige Zeit bestehenbleibt. Wird diese Ladungsverteilung rechtzeitig wieder vom Strahl überstrichen, so läßt sie sich noch an einer am Schirm angebrachten Kondensatorplatte ablesen und regenerieren (F. C. WILLIAMS, 1948). So können etwa 100 Zahlen zeilenweise auf einem K.-Speicher gespeichert werden. Bei Paralleldarstellung speichert man alle zu einer Zahl gehörenden Impulse gleichzeitig auf verschiedenen Röhren.

Kathodenzerstäubung: In einer → Gasentladung (etwa 1000 Volt) bei vermindertem Druck in Wasserstoff oder Edelgasen werden aus der Kathode (Silber, Platin u.a.) Teile von atomarer Größe von den aufsprallenden Elektronen herausgeschlagen (zerstäubt) und auf nahen Gegenständen (Glas-, Quarzplatte) niedergeschlagen. Die K. wird technisch benutzt, um Metallüberzüge herzustellen.

Kation, → Ionen.

Kattun, **Indienne**, feinfädige Rohnesselqualität aus Baumwolle, die je nach Verwendungszweck gebleicht, gefärbt oder bedruckt wird.

Katzenaugen, → Quarz.

Katzengold, verwitterter dunkler Glimmer.

Kausalität, **Kausalprinzip**, als **Naturkausalität** das Postulat, daß jedes (physikalische) Ereignis oder jede Klasse von Ereignissen in gesetzmäßiger, durch → Experiment oder wiederholbare Beobachtung feststellbarer Weise von einem anderen Ereignis oder einer anderen Klasse von Ereignissen abhängt. HUME betonte bereits, daß wir in der naturwissenschaftl. Erfahrung nur die regelmäßig wiederkehrende Aufeinanderfolge gewisser Ereignisse beobachten können. Wir nennen diese dann „Ursache“ und „Wirkung“, sind aber nicht imstande, irgendeine **Naturnotwendigkeit** für den kausalen Zusammenhang zu erkennen. Nach KANT und vielen Philosophen besteht jedoch **Denknotwendigkeit** für ihn insofern, als nur ein Denken in kausalen Zusammenhängen und kein anderes Denken möglich sei. Das Kausalprinzip ist unabhängig von den Postulaten der Einsinnigkeit der → Zeit und der Stetigkeit des → Raumes.

Durch die nähere Beschreibung der Gesetzmäßigkeit geht das Kausalprinzip in eine **methodologische Regel** über, die in ihrer **klassischen** Form besagt, daß die → Naturgesetze Gleichungen sein müssen, in denen die Ableitungen der Zustandsgrößen in einem Weltpunkt nach der Zeit Funktionen der Zustandsgrößen selbst und ihrer räumlichen Ableitungen am selben Punkt sind. Die Entwicklung der Physik im 20. Jahrh. brachte neue Gesichtspunkte zur K. Nach der **Relativitätstheorie** läßt sich nicht mehr durch die vierdimensionale Raumzeitwelt ein dreidimensionaler Querschnitt $t = \text{const.}$ (die „Gegenwart“) legen, an dem Vergangenheit und Zukunft

zwischenraumlos aneinanderstoßen, so daß wir sagen könnten, dieser Querschnitt grenze das Unbekannte vom Bekannten ab, denn die uns am Orte O in einem Augenblick O (möglicherweise) bekannte Vergangenheit stellt sich als ein (dreidimensionaler) Kegel mit dem Scheitel in O dar; nur von den im Innern dieses „Vorkegels“ liegenden Punkten her, nicht von seinem Außenraum, können Einflüsse auf O ausgeübt werden. Andererseits können alle von O ausgehenden Wirkungen nur diejenigen Raumzeitpunkte beeinflussen, die im Innern des entsprechenden, für O die Zukunft darstellenden „Nachkegels“ liegen (BILD). — Die Gesetzmäßigkeit der **Quantenmechanik** ist eine **statistische**, → Indeterminismus.

I. KANT: Kritik der reinen Vernunft; E. CASSIRER: Determinismus und Indeterminismus in der modernen Physik (1937); H. WEYL: Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft (1927).

Kausche, herzförmiger oder kreisrunder verzinkter Eisenring von rinnenförmigem Querschnitt; wird in das Ende eines Taues oder Drahtseiles eingebunden oder eingespießt, um eine feste und reibungssichere Öse zu schaffen.

Kautistik, **Brennfläche**, die Fläche, in der sich Bildstrahlen bei unvollkommener Korrektur eines opt. Systems schneiden. Die K. an spiegelförmigen Flächen heißt auch **Katakautistik**.

Kautobiolith, organogene, brennbare Sedimente.

Kautschuk, der eingedickte Milchsafte einiger trop. Gewächse, ausgezeichnet durch außerordentliche Elastizität. Die wichtigsten K.-Pflanzen sind die **Hevea**-Arten (K.-Baum) aus der Familie der Wolfsmilchgewächse. Aus ihrer ursprüngl. Heimat Brasilien wurden Samen der **Hevea** 1876 in andere tropische Regengebiete geschmuggelt und das brasilian. K.-Monopol gebrochen. Viel weniger ergiebig für die K.-Gewinnung sind der Manihotbaum, der Gummibaum (ein Feigenbaum), der Strauch Guayule, gewisse Schlingpflanzen.

CHEMISCHER AUFBAU. K. besteht aus fadenförmigen Makromolekülen, in denen etwa 2000 Moleküle → Isoprenmoleküle sind knäuelartig verschlungen, doch werden sie beim Dehnen des K. gestreckt und mehr oder weniger parallel ausgerichtet. Bei Aufhebung des Zuges gehen sie wieder in die Knäuelform zurück (Rückfederung). Einbau von Schwefel (bei der Vulkanisation) führt zur Vernetzung der K.-Ketten und verändert hierdurch die physikal. und chem. Eigenschaften des K. grundlegend. Wegen der reaktionsfähigen Doppelbindungen ist der K. empfindlich gegen Luftoxydation, andererseits lassen sich auch wertvolle Abwandlungsprodukte des K. (Chlor- und Hydrochlor-K., Zyelo-K.) herstellen.

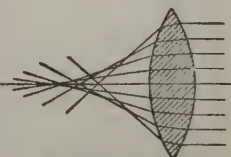
GEWINNUNG UND SORTEN. Vor dem 1. Weltkrieg beherrschte der **Wild-K.** den Weltmarkt, der von wildwachsenden Bäumen durch Eingeborene gesammelt wird. Er ist unrein im Gegensatz zu dem heute fast ausschließlich verwendeten **Plantagen- oder Pflanzungs-K.**, der von planmäßig angelegten



Kausalität: Kausalzusammenhang nach der Relativitätstheorie



Kautschukherstellung



Kautistik einer Linse

und bewirtschafteten Pflanzungen stammt. Zur Gewinnung werden in die Rinde des Stammes V-förmig gegabelte Rinnen geschnitten, aus denen der Saft, *Latex* genannt, in Sammelgefäße fließt. Je Zapfung gewinnt man 20–80 cm³ Latex; alle zwei Tage wird eine neue Zapfung gemacht. Latex enthält im Durchschnitt 65–75 % Wasser, 25–35 % K.-Teilen in Form feinsten Tröpfchens (0,0005 bis 0,002 mm), 1,5–2 % Eiweiß, 1,5–2 % Harz, 0,5–1 % Asche. Latex ist milchähnlich, gerinnt leicht, indem sich die K.-Teilen an der Oberfläche rahmartig sammeln, und wird beim Stehen an der Luft sauer. Das Gerinnen kann durch Ammoniakzusatz verzögert werden. – *Roh-K.* wird von den Eingeborenen durch einfaches „Räuchern“ über offenem Feuer gewonnen; Stangen werden abwechselnd in Latex getaucht und bis zum Gerinnen des K. geräuchert, bis ein Klumpen von 10–20 kg entstanden ist (*Para-K.*, „Negerköpfe“). Die Masse ist außen braun, innen bernsteingelb. – Auf der Plantage säuert man den Latex mit verdünnter Essigsäure, Ameisensäure oder Natriumsilikofluorid, wodurch der K. ausflockt; er wird abgeschöpft, auf Walzenwaschmaschinen säurefrei gewaschen, zu „Fellen“ (*sheets*) von etwa 3 m Länge und 30 cm Breite ausgewalzt und an der Luft getrocknet (*Crepe-K.*). Nach anderem Verfahren wird der Latex in rechteckigen, flachen Pfannen ausgeflockt; die Kuchen läßt man durch Glättwalzen laufen und räuchert die entstandenen Platten in Kammern, bis sie trocken sind (*smoked sheets*). Nach einem weiteren Verfahren wird der Latex in warmen Räumen oder im Heißluftstrom versprüht (*Sprüh-K.*).

VERARBEITUNG DES ROH-K. Roh-K. ist plastisch. Da er in der Wärme weich und klebrig wird, kann er nur in wenigen Fällen unmittelbar technisch verwendet werden (z.B. für Isolierband, Heftpflaster, Gummilösung). Dieser Nachteil wird durch Vulkanisieren behoben. Beim *Heißvulkanisieren* (GOOD-YEAR, 1839) wird Roh-K. mit Schwefel unter Druck bei 125–180°C längere Zeit erwärmt: Es entsteht je nach Schwefelgehalt Weichgummi (1–10 % S) bis Hartgummi (bis 45 % S). Die Schwefelmoleküle werden durch das Vulkanisieren in die K.-Moleküle eingebaut. Zur *Vulkanisation* bestimmte K.-Mischungen werden auf schweren Walzen oder im Innenmischer hergestellt. Sie enthalten außer K. und Schwefel aktive oder inaktive pulverförmige *Füllstoffe*, z.B. Ruß, Kieselsäuren oder Silikate, ferner *weichmachende Stoffe* (Öle, Fakis, Bitumen), vielfach Stearinsäure sowie *Alterungschutzmittel*. Zur Beschleunigung der Vulkanisation werden *Vulkanisationsbeschleuniger* (z.B. „Vulkacit“) und Zinkoxid zugefügt. Rußfreie Mischungen können durch Pigmente gefärbt werden. – Bei der heute kaum mehr gebräuchl. *Kaltvulkanisation* (PARKES, 1846) werden dünnwandige, vorgeformte Gummiharzen durch Tauchen mit einer Lösung von Chlorschwefel in Schwefelkohlenstoff behandelt.

Zur *Regenerierung* wird Altgummi zerkleinert und mit Wasserdampf oder Chemikalien behandelt. Durch Erwärmen mit einer geringen Ölmenge wird neue Bildsamkeit erzielt. Regenerierter K. erreicht zwar nicht die Plastizität frischen Roh-K., kann aber in mäßigen Mengen (bis 1/3) zum Strecken, d. h. als Füllmittel für Gummiharzen benutzt werden.

Künstl. K. → Kunstkautschuk.

Die Weltproduktion an K. betrug 1961 (in 1000t) 1900. Haupterzeugungsländer: Indonesien (unvollständig) 577, Malai. Bund 750, Thailand 185, Ceylon 98, Vietnam 73, Nigeria (1960) 63, Liberia (1960) 42.

S. BOSTRÖM: Kautschuk-Handbuch, 4 Bde. (1958–62). *Zeitschriften:* K. und Gummi; Gummi, Asbest, Kunststoffe.

Kavitation, Hohlgebildung, Hohlraumbildung, Störungserscheinung, die in Flüssigkeiten, z.B. an umlaufenden Teilen von Wasserturbinen, Pumpen, Schiffsschrauben u. a. dann auftritt, wenn der Druck in der turbulent bewegten Flüssigkeit infolge zu großer Geschwindigkeiten an einigen Stellen auf den Verdampfungsdruck sinkt. Es bilden sich Dampf-

bläschen, die im Gebiete höherer Drücke zusammenstürzen; die auftretenden Schläge führen mit der Zeit zu schwammartigen Anfrassungen am Werkstoff. Inwieweit elektrolyt. und chem. Vorgänge daran beteiligt sind, ist noch nicht geklärt.

Kegel, 1) Größe des Schriftbildes einer Drucktype. **2)** GEOMETRIE: eine Fläche, die aus geraden Linien, den *Erzeugenden*, besteht, von denen jede durch einen festen Punkt (*Spitze* oder *Scheitel*) geht und eine feste geschlossene Kurve des Raumes (*Leitlinie*) schneidet. Ein *Kreis-K.* ist ein gerader K., dessen Leitlinie ein Kreis ist. In der STEREOMETRIE nennt man K. den Körper, der von der K.-Fläche (*Mantel*) und der Leitlinienebene (*Grundfläche*) umschlossen wird. Er hat den Inhalt $\frac{1}{3}$ Grundfläche $\times$ Höhe.



Kegel: 1 gerader Kegel, 2 schiefer Kegel, 3 Kegelstumpf.

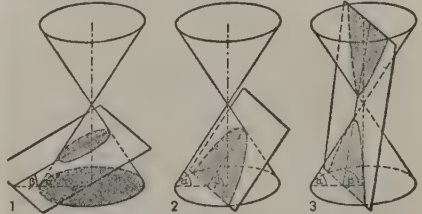
Kegelhülse, 1) außen kegelige und innen zylindr., geschlitzte Klemmhülse zum Einspannen von Werkzeugen mit zylindr. Schaft in die kegelige Werkzeugaufnahme einer Werkzeugmaschine.

2) Reduziereinsatz, außen und innen kegelige Hülse zum Einspannen von Werkzeugen mit kleinerem Kegelschaft in eine größere kegelige Werkzeugaufnahme einer Werkzeugmaschine (BILD).



Kegelhülse

Kegellehre (TAFEL Meßtechnik), Konuslehre, METALLBEARBEITUNG: eine Lehre aus gehärtetem Stahl zum Prüfen von kegelförmigen Werkstücken; besteht meist aus Kegellehrdorn und Kegelhülse.



Kegelschnitte: die Schnittfigur ist 1 eine Ellipse, wenn $\beta < \alpha$, 2 eine Parabel, wenn $\beta = \alpha$, 3 eine Hyperbel, wenn $\beta > \alpha$.

Kegelschnitte, Schnittkurven zwischen Kreiskegeln und Ebenen. Je nach Neigung der Ebene gegen die Kegelachse erhält man Kreise (Neigungswinkel 90°), Ellipsen (Neigungswinkel zwischen 90° und dem halben Öffnungswinkel des Kegels), Parabeln (Neigungswinkel gleich halbem Öffnungswinkel) oder Hyperbeln (Neigungswinkel zwischen halbem Öffnungswinkel und 0°). Der K. kann „entarten“ (die Schnittebene geht dann durch die Spitze des Doppelkegels). – Analytisch sind die K. gegeben durch die Gleichungen 2. Grades mit zwei Veränderlichen.

Die K. sind die geometr. Örter für alle Punkte, deren Abstände von einem festen Punkte und einer festen Geraden, der Leitlinie, ein konstantes Verhältnis ϵ haben, und zwar entspricht die Ellipse einem Wert von $\epsilon < 1$, die Hyperbel einem Wert $\epsilon > 1$ und die Parabel dem Grenzfall $\epsilon = 1$, der Kreis andererseits dem Grenzfall $\epsilon = 0$.

In der Physik spielen die K. eine große Rolle, z.B. in der Theorie der Planetenbewegung, der elastischen Schwingungen, der Trägheitsmomente.

Kegelstauchversuch, ein Druckversuch an einer zylindr. Probe zur Bestimmung der Fließkurve. Die Endflächen sind kegelig eingedreht, um ein Ausbauchen der Probe durch Reibung an den Preßflächen auszuschalten.

Keil - keramische Öfen

Keil, 1) MECHANIK: einfachste Anwendung der $\rightarrow$ schiefen Ebene als Mittel zum Trennen.

2) MASCHINENBAU: ein Verbindungselement, bestehend aus einem kurzen Stahlstück von meist rechteckigem Querschnitt, das in eine Öffnung (Nut) zwischen den zu verbindenden Teilen (z.B. Welle und Rad) gesteckt (eingeschlagen) wird. Kennzeichnend für den K. ist, daß eine der Begrenzungsflächen geneigt ist (Anzug des K.). Ein K. wirkt durch Selbsthemmung. **Längs-K.** stellen eine Längsverbinding her. Zu ihnen gehören **Treib-K.** und **Einlege-K.** Erstere sind Flach-, Nuten- und Hohl-K., die durch Hammerschlag in die Keilnut eingetrieben werden, letztere haben meist abgerundete Enden und werden in die genau der Form des K. angepaßten Nuten eingelegt. **Flach-K.** liegen flach auf einer angefrästen Fläche der Welle auf, **Nuten-K.** sind hälftig in die Nuten der Welle und der Radnabe eingebettet. **Hohl-K.** passen sich der Rundung der Welle an. Zum Einreiben und Lösen der Treibkeile benützt man **Nasen-K.** Der Anzug der Längs-K. beträgt 1:100.

Tangent-K. werden zur Übertragung großer Drehmomente bei wechselnder Drehrichtung verwendet.

Quer-K. dienen zur Querverbindung stangen- und hülsenförmiger Teile (z.B. Stange und Kreuzkopf). Die Neigung beträgt 1:20 bis 1:40. Bei starkem Anzug muß ein Lösen durch eine Sicherung (Splint, Schraube) verhindert werden.

Keilschubgetriebe, ein dreigliedriges Getriebe, mit dem man eine Last Q unter geringerem Kraftaufwand heben oder beim Senken halten kann ($\rightarrow$ schiefe Ebene). Reibung tritt auf zwischen Keil a und Querschieber b und an den Führungen von a und von b im Gestell c . Ohne Reibung wäre die Idealkraft $P_0 = Q \cdot \tan \alpha$, mit Reibung wird beim Heben $P_1 = Q \cdot \tan(\alpha + 2\varphi)$ und beim Senken $P_2 = Q \cdot \tan(\alpha - 2\varphi)$, also beim Senken $P_2 = 0$, wenn der Keilwinkel α gleich dem doppelten Reibungswinkel φ wird (Selbsthemmung). Theoretisch ungangbar wird das Getriebe, wenn $\alpha + 2\varphi = 90^\circ$, weil dann $P_1 = \infty$; praktisch tritt die Ungangbarkeit schon erheblich früher ein. Wirkungsgrad beim Heben $\eta = P_2 : P_1 = \tan \alpha : \tan(\alpha + 2\varphi)$.

Kelvinskala, absolute oder thermodynamische Skala, Temperaturskala, die mit dem absoluten Nullpunkt ($-273,15^\circ\text{C}$) als „Null Grad Kelvin“ (0°K) beginnt. Temperatureinheit wie bei der $\rightarrow$ Celsiuskala.

Kennlinie, Charakteristik, graph. Darstellung eines Zusammenhangs zwischen zwei Größen eines techn. Gerätes, z.B. einer $\rightarrow$ Elektronenröhre.

Kennung, SCHIFFAHT und LUFTFAHRT: ein von Leuchtfeuern, $\rightarrow$ Funkfeuern, Unterwasserschallsendern od. dgl. in bestimmtem zeitlichem Rhythmus ausgesandtes optisches, elektromagnet. oder akust. Signal oder eine Kombination solcher Zeichen, die eine eindeutige Unterscheidung der sendenden Warnstelle ermöglichen: durch die Farbe (bei opt. K.), durch die Dauer des Signals: ununterbrochen = fest, ungleicher Wechsel von Signal und Pause = unterbrochen, gleicher Wechsel = Gleichtakt, Zeichen über 2 s Dauer = Blinke, Zeichen unter 2 s Dauer = Blitze, schnell folgende Blitze

= Funkfeuer. Die K. aller Warnstellen sind in den navigator. Nachschlagewerken angegeben.

Kepler, Johannes, Naturforscher, * 1572, † 1630, wurde 1594 Lehrer der Stiftsschule in Graz, 1601 Kaiserl. Hofastronom in Prag, 1612 Prof. in Linz. 1609 veröffentlichte er die ersten beiden Gesetze der Planetenbewegung ($\rightarrow$ Astronomia nova studeae Martiae), 1619 das dritte ($\rightarrow$ Harmonice mundi). K. ging von der Vorstellung aus, daß die Bewegungen der Planeten durch eine von der Sonne ausgehende Kraft verursacht werden. Die nach ihm benannten **Keplerschen Gesetze** besagen: 1) Die Planeten bewegen sich in Ellipsen, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht. 2) Die Verbindungslinie zwischen dem Mittelpunkt der Sonne und dem des Planeten überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen. 3) Die Quadrate der Umlaufzeiten verhalten sich wie die Kuben der mittleren Entfernungen von der Sonne. In $\rightarrow$ „Dioptrice“ (1611) behandelte er die Grundlagen des astronom. Fernrohrs.

M. CASPAR: J. K. (*1578).

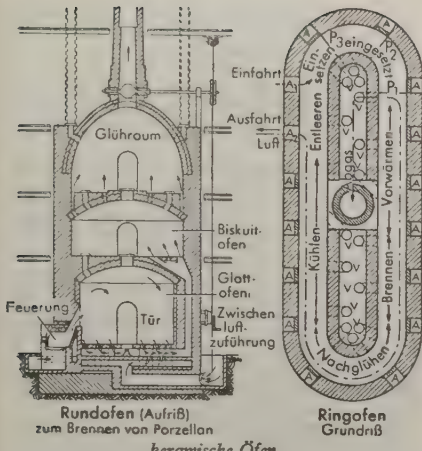
Keramik, alle Erzeugnisse aus tonmineralhaltigem Grundstoff vom $\rightarrow$ Ziegel bis zum $\rightarrow$ Porzellan (**Grob- und Fein-K.**). Die Tonwaren werden eingeteilt nach der Porosität und der vor allem durch Eisenoxid bedingten Brennfarbe des Scherbens.

Das **poröse Tongut** umfaßt: 1) **Ziegel und Drainrohre**; 2) **Schamotte**; 3) gewöhnliche **Erdenware** ($\rightarrow$ Töpferei) mit gelbem oder rotem Scherben und durchsichtiger Bleiglasur; 4) **Fayence** mit kalkhaltigem, meist gefärbtem Scherben und weiß deckender, durch Zinn-, Zirkon- oder Titanoxid getrüberter Bleiglasur (Haus- und Ziergerät, Ofenkacheln); 5) **Majolika** mit reinfarbigem Scherben und farbiger Malerei oder Glasur (Ziergerät, Fliesen); 6) **Terrakotta**, alle künstlerischen, bes. figurlichen Erdenwaren, oft unglasiert (Bau-K.); 7) **Steingut**, eine hartgebrannte weiße Erdenware mit einer in zweitem, schwächerem Feuer aufgeschmolzenen blei- und borsäurehaltigen Frittglasur (vorgeschohmolzene und wieder gemahlene Glasur). **Feldspatsteingut** (**Hartsteingut**) aus 35–45 % Quarz, 40–60 % weißbrennendem Ton, 5–10 % Feldspat, wird höher vorgebrannt als **Kalksteingut** (**Weichsteingut**), das Kalk statt Feldspat enthält. Steingut wird für Esß- und Sanitätsgeschirr sowie Wandplatten verwendet. Größere Waschbecken, Badewannen u. a. werden meist aus **Feuerton**, einer stark mit grober Schamotte gemagerten und deshalb nicht weißbrennenden Masse, gefertigt; der in rohem Zustand aufgetragene Überzug (Engobe) aus weißer Masse wird zugleich mit Scherben und Glasur gutgebrannt.

Tonzeug oder **Sinterware** hat dichten, mehr oder weniger porenfreien und meist schärfer als das Tongut gebrannten Scherben. Es umfaßt: 1) **Grobsteinzeug**, dunkler bis grauer Scherben aus Naturton, unglasiert oder mit einer Glasur aus leichtschmelzendem Lehm oder mit Salzglasur (Bauklinker, Kanalisationsröhren, Tröge, Gurkentöpfe, Bierkrüge, Kannen, säurefeste Steine); 2) **Feinsteinzeug** mit hellgrauem, feinkeramisch aufbereitetem Scherben und bleifreier harter Feldspatglasur (Haus- und Ziergerät, Isolatoren, säurefeste Behälter und Apparate); auch die Mosaik- (Fußboden-) Platten werden hierzu gerechnet. 3) $\rightarrow$ Porzellan.

Keramik-Werkzeuge, Werkzeuge für die spanende Metallformung aus oxid- und metallkeramischem Material (bes. gesinterte Oxide und Karbide, $\rightarrow$ Hartmetalle) von hoher Verschleißfestigkeit und Warmhärte.

keramische Öfen für zeitweiligen Betrieb sind der **Deutsche**, der **Kasseler** und der **Meißener Töpferofen**. Steinzeug und Porzellan werden häufig in **Rundöfen** mit 1–3 Stockwerken gebrannt (**BILD**). Das Rohgut kommt in den Mittellofen, wird auf Rotglut erhitzt und kommt dann zum Scharf- oder Glattbrand in den Unterofen. – Öfen für fortlaufenden Betrieb sind die **Ringöfen** (**BILD**) und ihre Abart, die **Zickzacköfen**. – Weitere k. Ö. sind **Kammeröfen** für feuerfeste Steine, **Kanal- und Tunnelöfen** sowie **Muffelöfen** für hochempfindl. Ware.

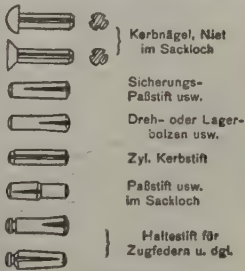


keramische Öfen

keramischer Druck, Verfahren zum Aufbringen von Mustern und Bildern auf Porzellan und Steingut. Mit hitzebeständigen Farben werden Steindrucke nach Art der →Abziehbilder hergestellt, auf das keramische Material übertragen und mit der Glasur eingebrannt.

Keratin, Horn, → Eiweiß.

Kerbschlag-Biegeversuch, Prüfverfahren zur Kennzeichnung der Werkstoffzähigkeit bei mehrachsigen Spannungszustand und erhöhter Verformungsgeschwindigkeit. Die zur Herbeiführung des Bruchs genutzte



Kerbstifte

Lockerung. Die spannende Wirkung beruht auf der Elastizität der Wülste an beiden Seiten der Kerben. Eine Sonderausführung ist der *Kerbnagel*.

Kernbatterie, mit radioaktiven Isotopen geheizte Thermoelemente zur Erzeugung von elektr. Energie für Satelliten oder unbemannte Wetterstationen u. a. Als Isotop wird für letztere vor allem Strontium 90 benutzt, für Satelliten eignen sich Zr 144, Polonium 210, Plutonium 238 und bes. Curium 242. Letzteres emittiert beim Zerfall eine wenig durchdringende Gamma-Strahlung, so daß keine Abschirmprobleme auftreten. Gegenüber → Sonnenbatterien haben die K. den Vorteil, daß sie unabhängig von der Orientierung des Satelliten arbeiten, daß sie im Strahlungsgürtel der Erde nicht nachlassen und daß sie z. B. auch auf dem Mond während der langen Mondnacht oder in der dichten Venusatmosphäre ohne Speicherbatterien arbeiten würden.

Kernchemie, die Lehre von den Kernreaktionen, ein Teilgebiet der Kernphysik.

Kernemulsion, die bes. hoch sensibilisierte Silberhalogenidschicht einer Photoplate (*Kernplatte*) für die Untersuchung von kernphysikal. Umwandlungsprozessen und von Vorgängen der kosm. Ultrastrahlung. Durchsetzen Kernbruchstücke oder auch

andere geladene Elementarteilchen diese Schichten, so erzeugen sie längs ihrer Bahnen in dichter Folge Ionenpaare, die die Silberhalogenidkristalle entwickelbar machen. Man erhält Punktreihen von Schwärzungskörnern, die den Weg der Teilchen markieren.

Kernfusion, die $\rightarrow$ Kernverschmelzung.

Kerninduktion, ein durch die magnet. Momente von Atomkernen auslösbarer Induktionseffekt, der zu sehr genauen Messungen (0,1‰ und besser) der magnet. Kernmomente verwendet werden kann.

Kernladungszahl, die Anzahl der positiven Elementarladungen eines Atomkerns.

Kernphotoeffekt, Kernumwandlung durch harte Röntgen- oder Gammastrahlung.

Kernphysik (hierzu TAFEL), die Physik der Atomkerne ($\rightarrow$ Atom). Ihre Erfahrungsgrundlagen bilden die Radioaktivität, die Isotopie ($\rightarrow$ Isotope) und die künstl. $\rightarrow$ Kernreaktionen. Man stellt sich Atomkerne heute als dynam. Gebilde vor, deren Aufbau in vielen Beziehungen Ähnlichkeiten mit dem der Atomhülle aufweist. Ihre Bausteine sind die **Nukleonen**, Elementarteilchen, die entweder positiv geladen als Protonen oder ungeladen als Neutronen auftreten und neben ihrer inneren Umwandelbarkeit ($\rightarrow$ Elementarteilchen) offenbar die Fähigkeit besitzen, in ähnl. Weise „Schalen“ zu bilden wie die Elektronen der Atomhülle. Die Gesamtzahl der Nukleonen ist die **Massenzahl** A , die Anzahl der Protonen die **Ordnungszahl** Z des Kerns, die Differenz $A-Z$ also die **Neutronenzahl**. Bei leichten Kernen ist meist $A-Z=Z$, bei schweren Kernen wächst die Zahl der Neutronen bis über das Eineinhalbfache der Protonenzahl (z. B. Uran: $A-Z=146$, $Z=92$). Isotope Atomarten besitzen gleiche Protonenzahl Z und unterscheiden sich nur in der Neutronenzahl $A-Z$. Der Zusammenhalt eines Kerns wird durch Austauschkräfte zwischen den Nukleonen bewirkt.

Die **Kernkiste** werden schon in einer Entfernung von 10^{-13} cm verschwindend klein (Reichweite), so daß sie nur im Kern selbst, der eine Ausdehnung von 10^{-13} bis 10^{-12} cm hat, wirksam sind. Zum Verständnis benutzt man gern das Bild einer „Energiumulde“ (Potentialmulde, Potentialtopf; Gamow'sches Kernmodell, GAMOW, 1928), in die die Nukleonen gemeinsam „hineinfallen“; sie veranschaulicht das Zusammenwirken zwischen anziehenden und abstoßenden Kräften zwischen den Nukleonen. Da ihr Sattel tiefer liegt als das Energieniveau der Umgebung, bleiben die Teilchen so lange zusammen, bis von außen Energie zugeführt wird, die sie wieder über den Muldenrand hinausheben kann. Bei jedem weiteren Teilchen, das in die Energiumulde „hineinfällt“, wird ein weiterer positiver Energiebetrag frei. Auf diese Weise hat man sich alle Kerne aus Nukleonen aufgebaut vorzustellen. Auch bei den schwersten Atomen ist die Mulde noch nicht so weit aufgefüllt, daß das äußere Energieniveau erreicht wäre. Man nimmt nun an, daß sich die Nukleonen im Kern größtenteils zu α -Teilchen zusammenfinden (*Alpha-teilchenmodell*). Für α -Teilchen ist die Energiumulde aber so beschaffen, daß bei den schwersten Kernen die Teilchen sich bereits in Höhe des äußeren Energieniveaus befinden und daher gelegentlich ohne Energiezuwendung durch den Energiewall nach außen entweichen können ($\rightarrow$ Tunneleffekt). Solche Kerne sind dann natürliche α -Strahler.

Höheren Ansprüchen als das Gamowsche Modell genügt das *Schalenmodell*, bei dem jedes Nukleon im gemeinsamen Kraftfeld aller übrigen betrachtet wird. Nach der Quantentheorie sind dabei bestimmte Bahnen im Kern ausgezeichnet, auf denen sich die Nukleonen bewegen können. Die Bahnen gruppieren sich zu Schalen. In jedem Kern ist eine bestimmte Anzahl Bahnen, und zwar immer diejenigen mit der niedrigsten Energie, besetzt. Bei gewissen Besetzungszahlen erscheinen die Kerne besonders stabil gebunden ($\rightarrow$ magische Zahlen). Dem Übergang eines Nukleons von einer energiereicheren zu einer energieärmeren Bahn entspricht die Emission eines γ -Quants. – Ein weiteres Kern-

modell ist das *Tröpfchenmodell*, das die Nukleonen wie die Moleküle einer Flüssigkeit betrachtet und mit diesem „Kern-Tröpfchen“ nach hydrodynamischen und thermodynam. Gesetzen rechnet. Insbesondere, die mit der technisch wichtigen Spaltbarkeit der schwersten Kerne zusammenhängenden Stabilitätsfragen lassen sich mit dem Tröpfchenmodell erfolgreich behandeln. – Das *Kollektivmodell* wird gewonnen durch passende Kombination des Tröpfchenmodells und des Schalenmodells; insbes. ist der Potentialtopfand beweglich und kann wie beim Tröpfchenmodell Schwingungen ausführen. – Weitere Kernmodelle sind u. a. das *Fermigasmodell*, eine Vorstufe und grobe Näherung des Schalenmodells, sowie das *optische Kernmodell*, bei dem der Kern als optische „Wolke“ mit bestimmter Brechzahl gegenüber den Materiewellen der ankommenden Teilchen aufgefaßt wird.

Der beim Zusammenreten mehrerer Nukleonen zu einem Kern frei gewordenen Energie entspricht nach der Relativitätstheorie eine als *Massendefekt* bezeichnete Verminderung der Kernmasse im Vergleich zur summierten Masse der Bestandteile.

Die Theorie der Atomkerne ist trotz ihrer außerordentlichen Erfolge noch immer unabgeschlossen. Man neigt heute mehr denn je der Ansicht zu, daß nicht so sehr eine weitere Verfeinerung des mathem. Rüstzeugs als vielmehr neue grundlegende physikal. Ideen notwendig sind, um unser Verständnis für das Innere der Atomkerne zu vertiefen. Solche Ideen sucht man im Zusammenhang mit der Mesonenphysik, mit der quantenmechanisch vertieften Feldtheorie und mit der Vermutung einer neuen physikal. Grundkonstanten von der Dimension einer Länge (→Elementarlänge).

RIEZLER: Einf. in d. K. (*1959); **HEISENBERG:** Die Physik d. Atomkerne (*1949).

Kernreaktion, Kernprozeß, die Umwandlung eines Atomkerns durch Einbau oder Abbau von leichten und schweren Elementarteilchen oder größeren Kernbruchstücken. K. entstehen grundsätzlich auf gleiche Weise wie die chemischen, nämlich durch Zufuhr von (meist kinetischer) Energie. Während jedoch chem. Reaktionen in der Regel durch geringe Zufuhr an Wärme (kinetische Energie der Moleküle) ausgelöst werden können, müßte diese Wärmezufuhr für die Anregung von K. auf das Millionenfache gesteigert werden. Dies kann dadurch geschehen, daß wenige Teilchen durch Beschleunigungsgeräte (Bandengeneratoren, Zyklotrone, Betatrone, Linearbeschleuniger u. a.) auf sehr hohe Geschwindigkeiten gebracht und gerichtet auf Atomkerne „geschossen“ werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, K. in Form von Kettenreaktionen ablaufen zu lassen (→Kernspaltung). Als „Geschosse“ dienen Gammastrahlen (γ), Elektronen (e), Protonen (p), Neutronen (n), Deuteronen (d), Alphaiteilchen (α). Die Formelsprache der Kernphysik ist dieser Art der K. angepaßt; z.B. bedeutet ${}^{14}_7\text{N} (\alpha, p) {}^{17}_6\text{O}$, daß beim Beschuß des Stickstoffisotops mit der →Massenzahl 14 durch ein Alphaiteilchen das Sauerstoffisotop mit der Massenzahl 17 und ein freies Proton entstehen. Die Summe der Massenzahlen wie auch der Ladungen muß nach dem Prozeß (rechts vom Komma) die gleiche sein wie vorher (links vom Komma). Zur Verdeutlichung der Ladungszahl (Ordnungszahl) schreibt man diese bei Kernreaktionen als linke untere Indizes (im Beispiel 7 und 8). Wird einem Kern eine Elementarladung zugefügt oder weggewonnen, was z.B. für die β -Umwandlung zutrifft, so rückt das Atom im Periodischen System eine Stelle nach rechts oder links: Es entsteht ein anderes (isobares) Element. Wird nur die Masse geändert, so entsteht ein →Isotop des betr. Elements. – Durch derartige Reaktionen werden wägbare Stoffmengen z.Z. nicht gewonnen; z.B. müssen 10 Milliarden Atome umgewandelt werden, um 1 Millionstel g des radioaktiven Isotops Kobalt 60 (${}^{60}\text{Co}$) zu erzeugen. Radioaktive Isotope, die heute meist in →Reaktoren hergestellt werden, haben in der Medizin (Diagnostik, Therapie) und in der Technik (Werkstoffprüfung, Dicken-

Dichte-, Behältermessung und als →Isotopenindikatoren) Bedeutung erlangt. Man kennt heute über 700 verschiedene Kernarten, von denen über 450 künstlich hergestellt wurden. Natürliche K. sind die radioaktiven Umwandlungen (→Radioaktivität). In größtem Ausmaß treten K. im Innern der Fixsterne auf, da dort die erforderlichen Temperaturen von Millionen Grad herrschen, →Kernverschmelzung.

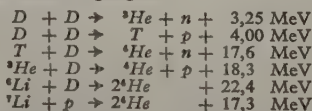
Kernresonanzfluoreszenz, Kernresonanzstreuung, die Emission von Gammastrahlung durch Atomkerne, die kurz zuvor durch Absorption von Gammaquanten Anregungsenergie aufgenommen haben (*Kernresonanzabsorption*). Absorption und Streuung treten nur dann auf, wenn die Gammaquanten die zur Anregung der Kerne richtige Energie haben. Tatsächlich erleiden sie jedoch bei der Emission und Absorption Rückstoßverluste, die zwar nur ein Millionstel der Gammaenergie ausmachen, aber die K. zwischen gleichen Atomkernen im allgemeinen unmöglich machen. Zur Kompensation der Rückstoßverluste kann man den Dopplereffekt heranziehen. Über K. mit vermindertem Rückstoßverlust →Mössbauereffekt.

Kernresonanzspektroskopie, die →Atomstrahlresonanzmethode.

Kernspaltung wurde 1939 von HAHN und STRASSMANN beim Beschuß des Elements Uran mit langsamen Neutronen entdeckt. Die schwersten Atomkerne zerfallen nach einer bestimmten Lebensdauer entweder von selbst oder nach Zuführung einer geeigneten Anregungsenergie in zwei Bruchstücke, deren Massen sich bei nicht zu hoher Anregungsenergie vorwiegend wie etwa 2:3 verhalten. Hierbei werden je Spaltung etwa 200 Mio Elektronenvolt frei, die sich zunächst in kinet. Energie der Spaltprodukte und Strahlungsenergie, schließlich in Wärmeenergie umsetzen. Die Energie entsteht durch Massenumwandlung des Spaltstoffes (Massendefekt); nach EINSTEIN entsprechen theoretisch 1 g Masse rund 25 Milliarden kWh. Gleichzeitig ist der spontane oder auch der künstlich ausgelöste Spaltvorgang mit der Aussendung von 2–3 schnellen Neutronen verbunden, die zur Fortführung des Spaltprozesses dienen können (→Kettenreaktion).

Mit höherer Neutronenenergie sind nicht nur alle Uran- und Thoriumkerne und alle weiteren Transurane spaltbar, sondern bei geeigneter Energiezufuhr durch Stoßprozesse beliebiger Art (α -Teilchen, Deuteronen, Protonen, Neutronen, Lichtquanten) sogar ganz stabile Kerne wie die von Wismut, Blei, Thallium, Quecksilber und Gold bis herab zum Platin.

Kernverschmelzung, Kernfusion, der Aufbau von Atomkernen aus leichteren Bestandteilen. Die K. ist, im Gegensatz zur →Kernspaltung, im Bereich der leichten Kerne mit Energiegewinn verbunden; die freiwerdenden Energien sind rund zehnmal so groß wie chem. Energien. Folgende Kernreaktionen sind bes. für den Energiegewinn durch K. geeignet:



Die von der Sonne und den Fixsternen ausgestrahlten Energien stammen größtenteils aus solchen Reaktionen, und zwar vorwiegend aus der Umwandlung von gewöhnl. Wasserstoff in Deuterium und von Deuterium in Helium und aus dem →Bethe-Weizsäcker-Zyklus.

Zur Einleitung der K. müssen sich die Atomkerne bis zur Reichweite der anziehenden Kernkräfte einander nähern; dazu müssen sie außerordentlich starke Abstoßungskräfte überwinden, was nur bei extrem hohen Geschwindigkeiten möglich ist. In den Sternen wird die dazu notwendige Energie durch die K. selbst, die als Kettenreaktion abläuft, geliefert. In der →Wasserstoffbombe stammt sie aus der zur Zündung benutzten Plu-

toniumbombe, die die Deuterium- und Lithiumatome aufheizt und explosionsartig zur K. bringt.

Um die K. unter Kontrolle zu bringen, versucht man seit 1956 in vielen Forschungsstätten (bes. England, USA, UdSSR), aus Deuteriumgas praktisch vollständig ionisierte $\rightarrow$ Plasmen zu erzeugen und auf höchste Temperaturen aufzuheizen. Da bei Temperaturen von mehreren Mio Grad alle Stoffe verdampfen, schickt man durch das Gas, das sich in zylinder- oder torusförmigen Röhren befindet, extrem starke elektr. Entladungen. Das Eigenmagnetfeld der Entladungsströme preßt durch den $\rightarrow$ Pinch-Effekt das Plasma zu einem dünnen Schlauch zusammen, wodurch dieses sich stark erhitzt; das umgebende Vakuum verhindert die unmittelbare Wärmeübertragung auf die materiellen Wände. In anderen Geräten wird das zusammenhaltende Magnetfeld durch Ströme in äußeren Spulen erzeugt. Die Hauptschwierigkeit besteht in der Labilität des Plasmaschlauchs: zylind. Plasmaschläuche brechen beim Auftreten kleiner Unregelmäßigkeiten sofort zusammen, torische sind grundsätzlich instabil. Erstere können durch ein axial verlaufendes, letztere durch ein homogenes Magnetfeld in Richtung der Symmetrieachse des Torus annähernd stabilisiert werden. Zur Aufheizung schnürt man das Plasma weiter zusammen (adiabat. Kompression), oder man erzeugt zusätzl. Plasmaschwingungen durch Einstrahlung elektromagnet. Wellen, oder man führt Energie durch $\rightarrow$ magnetisches Pumpen zu. Bisher wurden in verschiedenen Versuchsgärten kurzzeitig Temperaturen von mehreren Mio Grad erreicht und freie Neutronen nachgewiesen. Ein Fusionsreaktor müßte diesen Zustand längere Zeit aufrechterhalten und die freiwerdende Energie in technisch nutzbare Energie umwandeln.

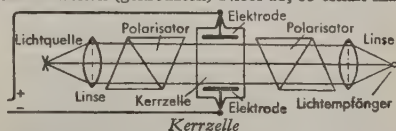
Die hohen Temperaturen, die zur K. notwendig sind, wären vermeidbar, wenn es gelänge, einen Katalysator zu finden, der K. bei niederen Temperaturen vermittelt (katalytische K.). Da Mesonenatome ($\rightarrow$ Meson) sich bei gleichem Energieaufwand viel stärker einander nähern können als gewöhnliche Atome, hat man an μ -Mesonen als K.-Katalysatoren gedacht.

Die volle Beherrschung der K. könnte den Energiebedarf der Menschheit für praktisch unabseh-

Feldes proportional; die Proportionalitätskonstante ist die *Kerr-Konstante* des betreffenden Stoffes.

2) *magnetooptischer K.*, an kräftig magnetisierten ferromagnet. Spiegeln bei der Reflexion von Licht auftretende Änderung der Amplituden und Phasen.

Kerrzelle, Karoluszelle, Gerät zur trägheitslosen Umwandlung elektr. Spannungsschwankungen (bis 10^6 Hz) in entsprechende Lichtschwankungen (KAROLUS, 1923/24). In einem mit Nitrobenzol gefüllten Glasgefäß befinden sich in geringem Abstand zwei Elektroden, an die Wechselspannungen angelegt werden. Läßt man einen durch ein Nicol'sches Prisma polarisierten Lichtstrahl durch die Glaszelle fallen, so wird er in zwei Komponenten zerlegt, deren eine in Richtung des Feldes, deren andere senkrecht dazu schwingt ($\rightarrow$ Kerreffekt). Dabei ist der Effekt der Zerlegung und damit die Stärke der Komponentenschwingungen von der Spannung an den Elektroden abhängig. Fängt man eine der Komponenten durch einen zweiten (gekreuzten) Nicol ab, so erhält man



einen Lichtstrahl, dessen Helligkeit sich im Takt der Spannungsschwankungen ändert. Verwendung zur Umwandlung von Mikrophonströmen in Lichtimpulse beim Tonfilm ($\rightarrow$ Lichtsteuergeräte), als Kurzzeitverschluss für wissenschaftlich-techn. Zwecke.

Kerze, 1) Beleuchtungskörper aus Talg, Bienenwachs, Stearin oder Paraffin, meist aus $\frac{1}{2}$, Paraffin und $\frac{1}{2}$, Stearin, mit einem Docht aus geflochtenen Baumwollfäden. Die K. werden in der K.-Gießmaschine gegossen, urspr. auch „gezogen“, indem man die Döchte wiederholt in das geschmolzene Fett eintaucht. 2) die $\rightarrow$ Zündkerze. 3) Maß der Lichtstärke ($\rightarrow$ Lichteinheit, $\rightarrow$ Candela).

Kesselstein, steinartige Kruste aus Kalziumkarbonat, Gips, Kalzium- und Magnesiumsilikat, Magnesiumhydroxid und -karbonat u. a. Stoffen, die sich beim Verdampfen von hartem Wasser in Dampfkesseln oder Kochgefäßen absetzt. K. ist ein schlechter Wärmeleiter und verursacht Wärmestauungen, die zu einem Aufreißen der Kesselwandungen und zu Kesselexplosionen führen können. Beim Erwärmen des Wassers unter 100°C entsteht der hauptsächlich aus Kalziumkarbonat bestehende *Wasserstein*. Verhütung: Reinigen (Ent härten) des Wassers vor Gebrauch ($\rightarrow$ Härte).

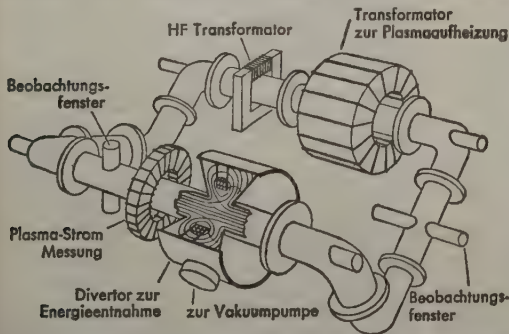
Ketene, ungesättigte, sehr reaktionsfähige Ketone, bei denen die Karbonylgruppe CO an ein anderes Kohlenstoffatom mit doppelter Bindung gebunden ist.

Ketone, organ. Verbindungen, die die Karbonylgruppe, gebunden an zwei Kohlenwasserstoffreste, enthalten. Einfachster aliph. Vertreter ist das $\rightarrow$ Azeton, das einfachste aromatische K. das Benzophenon, $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{CO} \cdot \text{C}_6\text{H}_5$.

Ketonharze sind meist sehr helle Kunstharze aus K.

Ketosäuren, organ. Verbindungen, die Keton- und Säurecharakter haben, also sowohl die Karbonyl (CO-) als auch die Karboxyl (COOH)-Gruppe enthalten. Beispiele: Brenztraubensäure, $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{COOH}$, Azetessigsäure, $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$, Lävulinsäure, $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$. **Ketosen**, Zuckerarten, die den Charakter von Ketonen haben, u. a. der Fruchtzucker.

Kette, 1) TECHNIK: ein Zug- oder Treiborgan aus einzelnen Gliedern, die beweglich ineinandergreifen (*Glieder-K.*) oder gelenkig miteinander verbunden sind (*Gelenk-K.*). Glieder-K. sind die im Gesenk



Kernverschmelzung: Die amerikanische Versuchsanlage „Stellarator“ (nach A. S. Bishop, Project Sherwood: The US 1958 Program in controlled Fusion)

bare Zeiten decken, da Deuterium ein Bestandteil des Wassers ist.

RIEZLER-WALCHER: Kerntechnik (1958).

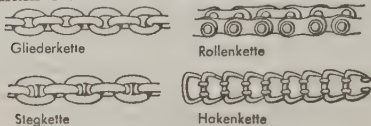
Kerosin, die in Erdöl vorhandenen Leuchtölanteile, die bei Normaldruck zwischen 200 und 275°C übergehen und deren Gewicht höchstens 0,825 erreichen soll; Treibstoff.

Kerreffekt, 1) elektrooptischer K., die von KERR (1875) beobachtete Erscheinung, daß isotrope Stoffe im elektr. Feld doppelbrechend werden (elektr. $\rightarrow$ Doppelbrechung). Der Effekt ist dem Quadrat der elektr. Feldstärke und der durchlaufenen Strecke des

Kettenbruch – Kilopond

geschmiedeten kalibrierten K. mit genau gleichen Gliedern, *Steg-K.* sind zur Erhöhung ihrer Sicherheit mit einem Steg versehen, *Anker-K.* sind Schiffs-K. aus Rundstahlgliedern (Schaken oder Schäkel). Die *Vaucansonsche Haken-K.* ist eine Glieder-K. aus U-förmig gebogenen Drahtgliedern. – Gelenkketten bestehen aus einzelnen stählernen Laschen (*Laschen-K.*), wie z. B. die *Gallsche Gelenk-K.*

Als Transmissions-K. dienen die *Treib-K.*, bei denen die äußeren Laschen auf den Bolzen, die inneren auf einer über diese geschobenen Hülse festgemacht sind. *Rollen-K.* haben lose auf die Bolzen gesteckte stählerne Rollen. Das Längen der K. bei starken Stößen vermeidet die *Zahn-K.* mit zahn-



Kette

förm. Laschen. Für stufenlose Drehzahlregelung von Werkzeugmaschinen dienen zwischen axial verschiebbaren Kegelscheiben laufende K. (*P.I.V.-Kette*). *Zerlegbare K.*, *Ewart-K.*, auch *Stotzische Treib-K.*, bestehen aus einzelnen ineinandergesteckten Teilen.

2) VERMESSUNGSKUNDE: eine Folge von Dreiecken bei der → Triangulation.

3) WEBEREI: K., *Zettel*, *Schweif*, *Warp*, die Gesamtheit der am Webstuhl waagrecht, beim Hochwebstuhl senkrecht gespannten Fäden (*Kettgarn*), die für den Eintrag des Schusses durch Heben und Senken ein Fach bilden; im Gewebe das in Längsrichtung verlaufende Fadensystem.

4) GETRIEBELEHRE: *kinematische K.*, der wichtigste Grundbegriff der Getriebelehre. Aus den zwangsläufig geschlossenen, d. h. in sich zurücklaufenden K. entstehen die → Getriebe durch Feststellung eines ihrer Glieder als Gestell. Die Relativbewegungen innerhalb der K. müssen bestimmt sein (→ Zwangslauf); sie sind unabhängig von der Aufstellung der K., d. h. von der Wahl des Gestellgliedes.

Kettenbruch, MATHEMATIK: ein Bruch, dessen Nenner aus 1 einer natürlichen Zahl und einem Bruch besteht, dessen Nenner wieder eine natürliche Zahl und ein Bruch ist, usw. Ein gemeiner Bruch wird in einen K. entwickelt, indem man dauernd durch den jeweiligen Zähler dividiert.

Kettenbruch

$$1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{3 + \dots}}}$$

Kettenlinie, MATHEMATIK: parabelähnliche krumme Linie, die ein biegsamer, undehnbarer Faden bei freier Aufhängung an zwei Punkten bildet. Ihre Gleichung lautet: $y = \cos x$ (→ Hyperbelfunktionen). → Katenoid.

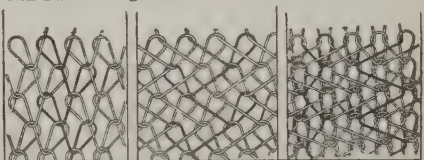
Kettenrad, mit Zähnen versehenes Rad zum Führen einer Kette, z. B. beim Fahrrad.

Kettenreaktion, physikal., chemischer oder kernchem. Vorgang, der, einmal eingeleitet, von selbst kettenartig weiter um sich greift. Eine an einem Molekül, Atom, Atomkern hervorgerufene Änderung löst Reaktionen aus, die die gleiche Änderung auf ein oder mehrere Nachbarmoleküle, -atome, -kerne übertragen usw. Die Einleitung einer K. heißt *Zündakt*, *Startreaktion*, *Primärreaktion*. Die Anzahl der an die Startreaktion sich anschließenden Wiederholungen kann sehr groß werden, bei Chlorwasserstoffbildung z. B. bis zu 3 000 000. Die Kette kann bei Spaltungsvorgängen durch Rekombination (Wiedervereinigung) unterbrochen werden, allg. auch durch Wandeffekt (Inaktivierung an den Gefäßwänden). Für jeden Kettenabbruch muß aber die Möglichkeit zur Abführung der frei werdenden Energie gegeben sein. K. neigen zu explosivem Verlauf. Bekannte K. sind die gewöhnliche Verbrennung, die selbständige Gasentladung und die Spaltung von Uran- und Plutoniumkernen (Kernspaltung) im Kernreaktor. Chemische, vor allem bio-

chem. Vorgänge, die ebenfalls kettenartig weitergreifen, aber im Weiterlaufen immer wieder andere Reaktionen auslösen, heißen *Stufenreaktionen*.

Kettenschuß, die Erzeugung von → Zwangslauf durch die Stellung eines Getriebegliedes in der → Kette.

Kettenware, auf der Kettenwirk- oder Raschelmaschine hergestellte Wirkware (z. B. Charmeuse) mit in Längsrichtung maschenförmig verschlungene Fäden. Gegensatz: → Kulierware.



Kettenware: links Trikotbindung, Mitte Tuchbindung, rechts Charmeusebindung.

Keuper, → Erdgeschicht.

Khellin, $C_{14}H_{11}O_8$, ein insbesondere bei Durchblutungsstörungen (Angina pectoris) durch Erweiterung der Herzkranzgefäße wirkender Arzneistoff, Wirkstoff aus dem *Khellakraut*.

Kies, runde Gesteinstrümmen in Korngrößen von 2–70 mm. → Körnung.

Kiesabbrände, im wesentlichen aus rotem Eisenoxid bestehende Rückstände beim Rösten von Schwefelkies zur Schwefelsäuregewinnung. Sie enthalten vielfach noch geringe Mengen wertvoller Metalle wie Kupfer, Zink, Kobalt, Blei, Gold und Silber. Diese werden nach sulfatisierender oder chloridierender Röstung der K. extrahiert. Ausgelaugte K. (*Purpureurze*) sind hochwertige Eisenrohstoffe.

Kiese, metallisch glänzende, undurchsichtige, hellfarbige, harte und spröde Erzminerale, die Schwefel, Arsen oder ähnl. Metalle enthalten, z. B. Schwefelkies, FeS_2 , Kupferkies, $CuFeS_2$.

Kieselgur, Diatomeenerde, Infusorienerde, lockeres oder verfestigtes und geschichtetes (*Tripel*), hell- bis dunkelgraues Sedimentgestein aus Opalpanzern bes. von Diatomeen. Verwendung zur Wärmeisolation, Dynamitherstellung, Reinigung von Wasser, als Füllmittel in der Papierfabrikation.

Kieselsäure, verschiedene Säuren, die sich vom Anhydrid Siliziumdioxid, SiO_2 , ableiten, auch dieses Oxid selbst. *Siliziumdioxid* kommt natürlich als Quarz, Tridymit, Christobalit und in mehr oder weniger unreiner Form als Sand vor. K. im eigentlichen Sinne stellt man durch Zerlegung von Silikaten, bes. etwa von → Wasserglas, mit starken Säuren oder durch die Reaktion von Siliziumchlorid mit Wasser dar. K. sind äußerst schwache Säuren und meist schwerlösliche Stoffe; sie sind nur vorübergehend beständig und gehen bald nach ihrer Darstellung unter Abspaltung von Wasser und unter Kondensation in hochmolekulare Produkte, schließlich in das Anhydrid über. Man unterscheidet *Orthokieselsäure*, H_4SiO_4 , und *Metokieselsäure*, H_2SiO_3 , *Dikieselsäure*, $H_2Si_2O_5$, sowie weitere *Polykieselsäuren*. Durch Trocknung von hochwasserhaltigen, gallertartigen K. entstehen in der Natur *Kieselsinter*, Feuerstein und Opal, künstlich das *Kieselgel*, *Kiesel säure gel*, *Silikagel*, *Kieselxerogel*, *aktive Kieselsäure*. Die Kunstprodukte sind oberflächenaktiv und dienen zum Trocknen von Luft und anderen Gasen oder auch von organ. Flüssigkeiten.

Kieselschiefer, dünnplattiges, dichtes Sedimentgestein, vorwiegend aus amorpher Kieselsäure bestehend; schwarzgrau, hellgrau-weiß (z. B. im Kulk des Rhein. Schiefergebirges).

Kieselzinkerz, Hemimorphit, rhomb., farbloses, grünes oder braunes Mineral, $H_2Zn_2SiO_6$, meist in schaligen Aggregaten, wichtiges Zinkerz (Galmei).

kilo-, vor Maßeinheiten: 1000.

Kilopond, Abk. kp, 1000 → Pond, Maßeinheit der Kraft; eine der drei Grundeinheiten des Technischen → Maßsystems. In der Technik wird noch

meist für kp mißverständlich kg , kg^* oder kg_{gew} geschrieben. Internationale Bestrebungen gehen dahin, als Kräfteinheit in Wissenschaft und Technik das *Newton (N)* durchzusetzen; $1\text{ kp} = 9,80665\text{ N}$.

Kilowatt, Abk. kW, die in der Technik gebräuchl. Maßeinheit der elektr. → Leistung. *K.-Stunde*, Abk. kWh, Maßeinheit der elektrischen → Energie.

Kinematik, der Teil der MECHANIK, in dem allein die Bewegung der Körper ohne Rücksicht auf die sie verursachenden Kräfte untersucht wird. Die Keplerschen Gesetze sind z. B. rein kinematische Gesetze. In der TECHNIK ist die K. ein wichtiger Teil der Getriebelehre.

kinetische Gastheorie, die theoretische Behandlung der makroskop. Eigenschaften der Gase, d. h. des Zusammenhangs zwischen Volumen, Druck und Temperatur, der inneren Reibung, Wärmeleitung, Diffusion, des Energieinhalts u. a., auf der Grundlage von Vorstellungen über das Verhalten freier Atome und Moleküle als der kleinsten Gasbestandteile. Nach der k. G. fliegen die Atome oder Moleküle eines Gases mit großer Geschwindigkeit vollkommen regellos in dem verfügbaren Raum umher, wobei sie oft miteinander zusammenstoßen. Dabei prallen sie wie Billardkugeln elastisch voneinander ab und ändern Richtung und Geschwindigkeit. Die Bahn eines Moleküls verläuft unregelmäßig gezackt mit verschiedenen langen geraden Strecken (*freien Weglängen*) zwischen je zwei Zusammenstößen. Die *mittlere freie Weglänge* beträgt unter Normalbedingungen etwa $1 \cdot 10^{-6}\text{ cm}$; ein Wasserstoff-Molekül erfährt in 1 s etwa $6 \cdot 10^8$ Stöße. Die vielen kleinen Stöße der Moleküle gegen die Wand erzeugen den scheinbar gleichmäßigen, meßbaren *Druck*. Die *mittlere Molekulargeschwindigkeit* bei Zimmertemperatur beträgt z. B. beim Wasserstoff 1910 m/s, beim Kohlendioxid 407 m/s, beim Quecksilberdampf 191 m/s. Die Summe der mittl. kinet. Energien aller Moleküle einer Gasmenge ist proportional der Temperatur. Je höher die Temperatur, desto heftiger die Bewegung (*kinet. Theorie der Wärme*). Die Richtigkeit der k. G. wurde endgültig erhärtet im Zusammenhang der modernen Beweise für die Realität der Atome. Heute ist es gelungen, mit den geschilderten Grundannahmen und mit Wahrscheinlichkeitsansätzen sämtliche Eigenschaften wie Zähigkeit, Wärmeleitfähigkeit, Diffusion, spezifische Wärmen und andere, im vollen Einklang mit der Erfahrung zu erklären. Begründer der k. G. sind u. a. KRÖNIG 1856, CLAUSIUS 1857, MAXWELL 1859, BOLTZMANN 1868.

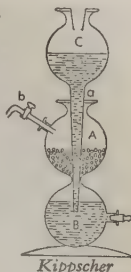
Kinine, Polypeptide, die glatte Muskeln (Darm, Gebärmutter) erregen. Sie entstehen aus Blutplasma-Globulinen durch Einwirkung von Trypsin, Kallikrein oder von bestimmten Schlangengiften.

Kipper, 1) *Lastkraftwagen mit Selbstentladung*: Der Kastenaufbau wird durch eine Zahnstange oder durch einen Kolben mit Zylinder (Drucköl) oder durch Verschieben aus der Mittellage nach hinten oder nach einer Seite gekippt, so daß die Ladung abrutscht. 2) *Waggon-K.*, Vorrichtung zum Entladen von offenen Eisenbahnwagen durch Kippen. Der *Stirn-K.* ist eine Plattform mit Drehscheibe, die mit einem Waggon um 50 bis 60° einseitig angehoben werden kann. Je nach dem Kippgetriebe unterscheidet man *Stempel-K.*, *Winkelheber-K.*, *Zwängrollen-K.*, *Winden-K.* (Seilwinde auf einem Gerüst). *Zweiseiten-K.* kippen den Wagen nach der einen oder anderen Stirnseite (Anheben durch einen Stempel, eine hochliegende Winde oder ein Schaukelgerüst, *Schaukel-K.*). *Seiten-K.* sind wegen der festen Seitenwände der Wagen selten. Ein *Hoch-K.* als Bockgerüst mit fahrbarer K.-Katze oder als Drehkran mit Gehänge-K.-Plattform hebt die Plattform mit dem Wagen hoch, fährt nach der Seite und kippt den Wagen (Beladen von Schiffen). – Leistung eines normalen Plattform-K. (auch fahrbar) 18–20, eines Hoch-K. bis 30 Waggon/h.

Kippregel, → Meßtisch.

Kippischer Apparat, Laboratoriumsgerät zur Entwicklung von Gasen (Kohlendioxid, Wasser-

stoff). In zwei übereinanderstehende Glaskugeln A und B ragt der rohrartige Ansatz a einer dritten Kugel C hindurch. Die mit einem Austrittsrohr für das Gas versehene Mittelkugel enthält einen festen Stoff (z. B. Marmor, Zink), der bei Benetzung mit der aus der unteren Kugel hochsteigenden Flüssigkeit (meist Säure) das Gas (CO_2 , H_2) entwickelt. Beim Schließen des Hahns im Austrittsrohr b drängt das Gas die Flüssigkeit zurück, so daß die Gasentwicklung aufhört.

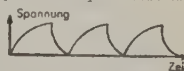


Kippischer Apparat

KippSchwungen, Schwingungen mit Sprungstellen oder Ecken, meist sägezahnförmige

elektr. Schwingungen zur Ablenkung des Kathodenstrahles im Kathodenstrahl-Oszillographen oder in der Bildröhre von Fernsehempfängern.

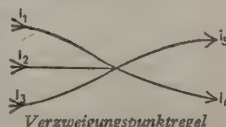
K. mit anderen Formen werden z. B. zur Erzeugung von elektr. Impulsen, zur Frequenzvervielfachung und Teilung, zur Einleitung periodischer Schaltvorgänge (Lichtreklame, Verkehrsampeln) oder bei elektr. Musikinstrumenten benutzt.



KippSchwungen

Das einfachste Kippgerät besteht aus einem Kondensator, der von einer Spannungsquelle über einen Widerstand langsam aufgeladen und bei Erreichen einer bestimmten Spannung (Zündspannung) über eine Entladungsstrecke (z. B. Glimmröhre) plötzlich entladen wird. Am Kondensator entsteht dann ein Spannungsverlauf gemäß BILD. Häufig verwendet man Röhrengeneratoren, die nur Kondensatoren und Widerstände und keine Schwingungskreise enthalten (*RC-Generatoren*). *Multi vibrator*en heißen solche Generatoren mit zwei Elektronenröhren, deren Gitter und Anoden kreuzweise über Kondensatoren verbunden sind und sich dadurch abwechselnd gegenseitig sperren. Gebräuchlich in Fernsehempfängern ist ferner der *Sperrschwinger*, eine rückgekoppelte Elektronenröhre mit Schwingungskreis, die infolge großer Zeitkonstante im Gitterkreis ihre Schwingungen periodisch selbst unterbricht. K. treten auch bei mechanischen Anordnungen auf, wie etwa beim → Stoßheber oder beim Wagnerschen Hammer (→ Unterbrecher).

Kirchhoffsche Regeln, Regeln über das Gleichgewicht in Netzwerken linearer elektr. Leiter: 1. K.-sche Regel (*Verzweigungspunktregel*, *Knotenpunktregel*): In jedem Verzweigungspunkt ist die Summe der zufließenden Ströme gleich der Summe der abfließenden $I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$; 2. K.-sche Regel (*Maschenregel*): In jedem geschlossenen Stromkreis (Masche) ist die Summe der elektromotor. Kräfte E (Urspannungen) gleich der Summe der Produkte IR (I = Strom, R = Widerstand).



Verzweigungspunktregel

Kirchhoffsches Strahlungsgesetz: Bei einem Temperaturstrahler ist für eine beliebige Wellenlänge das Emissionsvermögen dividiert durch das Absorptionsvermögen für dieselbe Wellenlänge gleich dem Emissionsvermögen eines → schwarzen Körpers bei derselben Temperatur und für dieselbe Wellenlänge.

Kitte, Klebemassen zum Ausfüllen von Fugen, Hohlräumen, Fehlstellen oder echte Klebstoffe. *Schmelzkitte* sind bei Raumtemperatur fest und erweichen in der Wärme. Bei *Abdunkskitten* sind die Rohstoffe in einem Lösungsmittel gelöst, das allmählich abdunstet. Die Komponenten der *Reaktionskitte* werden kurz vor Gebrauch gemischt und erhärten durch chem. Reaktion. Die Rohstoffe zur Herstellung der K. sind die gleichen wie die der → Klebstoffe. – Gebräuchliche K. sind die aus organ. Grundstoffen hergestellten Kasein-, Blutalbumin-,

Klang – Klemmenspannung

Dextrin-, Stärke-, Naturharz-, Nitrozellulose-, Kunstharz-, Kautschuk-K. Vorwiegend mineral. Basis haben Wasserglas-, Leinöl-, Glycerin-, Kalk-, Gips-, Magnesia-, Schwefel-, Metalloxyd-K.

Klang, PHYSIK: Die meisten Tonquellen erzeugen neben dem Grundton noch Obertöne, deren Stärke, Art und Zahl für jede Tonquelle kennzeichnend sind; sie ergeben die *K.-Farbe* der Tonquelle. *K.-Analyse* ist die Auflösung eines K. in die ihn zusammensetzenden Töne; sie wurde früher durch Resonatoren, durch empfindl. Flammen oder Interferenzröhren durchgeführt, heute aber meist durch elektr. Aufzeichnung der Schwingungskurven und nachfolgende Fourier-Analyse mittels harmonischer Analysatoren. *K.-Figuren* sind die mit Hilfe von



Klang: Chladnische Klangfiguren

aufgestreutem feinem Pulver, Sand od. dgl. sichtbar gemachten Schwingungsknoten der Eigenschwingungen fester Körper (z.B. beim Anstreichen einer sandbestreuten Metallplatte mit dem Bogen, BILD). Die Sandkörner werden hochgeschleudert, wo der Körper schwingt, und sammeln sich überall da, wo er ständig in Ruhe bleibt (Knoten).

Klangfarberegler, Klangblende, Tonblende, in Rundfunkempfängern und Verstärkern ein Regler zum Anheben oder Senken der Lautstärke der hohen oder tiefen Töne gegenüber den mittleren.

Kläranlage, Anlage zur Abwasserreinigung (→ Stadtentwässerung). *Klärschlamm*, der in einer K. gewonnene Schlamm.

Klarscheibe, Platte von Cellon, deren eine Seite mit einer Schicht Gelatine überzogen ist und infolgedessen Wasserdampf annimmt, aber nicht beschlägt. Verwendung für Schutzbrillen.

Klarzeichner, ein Einstellmittel an einem Fernschempfänger zur willkürlichen Änderung des Bildeindrucks (hart-weich); die Amplitudenecharakteristik des Zwischenfrequenz-Verstärkers oder des Videoverstärkers wird durch Anhebung oder Schwächung der den höheren Frequenzen entsprechenden Amplituden verändert, oder es wird dem Videoverstärker ein Entzerrer zugeordnet.

Klasse, MATHEMATIK: Unterteilt man eine Menge irgendwelcher Dinge (Elemente) derart, daß ein Element immer nur genau zu einer Teilmenge gehört, so heißt jede solche Teilmenge eine K. Beispiel: 1) Einteilung der → Kegelschnitte durch die affinen → Transformationen der Ebene in Ellipsen, Parabeln, Hyperbeln. 2) Restklasseneinteilungen in Algebra und Zahlentheorie; Beispiel: Zwei ganzrationale Zahlen a und b gehören genau dann zur selben Restklasse modulo der natürlichen Zahl p , wenn $a-b$ durch p teilbar ist. Die von a repräsentierte K. bezeichnet man dabei durch $\bar{a}$ und sagt für $\bar{a} = \bar{b}$ auch $a \equiv b \pmod{p}$; gelesen: a ist kongruent b modulo p . Durch $\bar{a} + \bar{b} = \overline{a+b}$ und $\bar{a} \cdot \bar{b} = \overline{a \cdot b}$ lassen sich „Summe“ und „Produkt“ von K. definieren. Dabei bilden die K. einen → Ring, den Restklassenring modulo p . Falls p eine Primzahl ist, ist dieser Ring sogar ein → Körper, der Primkörper $C(p)$.

Klassierung, das Zerlegen eines gekörnten Gutes nach der Korngröße. Allgemeinste K.-Vorrichtungen sind Roste und Siebe. Die Trennung nach der Endfallgeschwindigkeit führt zu Gleichfälligkeits-Klassen. Sie wird naß durchgeführt in Sandabscheidern wie Rechen- oder Schneckenklassierern und in Stromapparaten und Spitzkästen, trocken in Windsichtern. Zweck der K. ist sowohl die Schaffung von Verkaufskorngrößen für Steinkohle, Koks und Salz, als auch die Vorbereitung der Sortierung oder Zerkleinerung oder Aufschließung.

klastisch heißen Sedimente (z. B. Grauwacke), die aus Bruchstücken anderer (primärer) Gesteine entstanden sind.

Klebebindung, BUCHBINDEREI: fadenloses Bindungsverfahren, bei dem statt der Bogenteile Einzelblätter zu einem Block oder Buch verbunden werden.

Kleber, *Gluten*, ein Gemenge von Eiweißstoffen (Gliadin und Glutenin), das als zäher Teig zurückbleibt, wenn Weizenmehl mit Wasser so lange ausgeknetet wird, bis alle Stärke entfernt ist. Der bei der Stärkefabrikation gewonnene K. dient als Zusatz zu Backwaren (*Kleberbrot*). Teigwaren und zur Herstellung von → Glutaminsäure.

Klebstoffe, *Klebstoffe*, organ. oder anorgan. zähflüssige Verbindungen, die eine kraftschlüssige und dauerhafte Oberflächenverbindung zwischen Werkstoffen bewirken. Eine Verklebung beruht einerseits auf → Adhäsion zwischen K. und zu verklebender Oberfläche, andererseits auf → Kohäsion der K.-Moleküle untereinander. NATÜRLICHE K. AUF EIWISSE-BASIS sind *Glutinaleine* aus tierischen Substanzen wie Knochen, Häuten, Fellen, Gräten u. dgl. (→ *Glutin*), *Kaseinaleine* aus dem aus Milch gewonnenen Säurekasein und *Blutalbuminaleine* aus hämoglobinhaltigem Blutserum und Kalkhydrat. K. aus Weizenkleber → *Kleber*. NATÜRLICHE K. AUF DER BASIS VON KOHLENHYDRATEN sind *Stärke-K.* Stärke erhält erst durch Verkleisterung klebende Eigenschaften. Hierbei entstehen entweder kurzabreißende Stärkekleister oder klare, fließende Pflanzenleime, *Dextrin-K.* werden aus Weiß- oder Gelbdextrinen hergestellt (→ *Dextrin*).

Zu den natürl. K. gehören auch die aus PFLANZENSAFTEN, NATURHARZEN oder ERDPECH gewonnenen Naturstoffe mit klebenden Eigenschaften. Der bekannteste unter den Pflanzensäften ist der Kautschukmilchsafte oder Latex; ihm sehr ähnlich ist Guttapercha. Weitere Naturharze zur Herstellung von K. sind: Gummi arabicum, Traganth, Ammoniakgummi, Kanadabalsam, Kolophonium, Schellack, Dammarharz, Elemi, Sandarak, Kopalarz.

KLEBSTOFFE AUF KUNSTHARZ-GRUNDLAGE, SYNTHETISCHE K., treten in ständig zunehmendem Maße an die Stelle oder an die Stelle natürlicher Kleber. Im Vergleich zu diesen bieten sie erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen zersetzende Einflüsse wie Feuchtigkeit, Wärme, Fäulnis usw. Außerdem gestatten sie die Verklebung der verschiedensten Materialien untereinander. Vielfach verwendet man Lösungen von Kunstharzen in leichtflüssigen organ. Lösungsmitteln, z. B. in Azeton, Essigester, Alkohol, Leichtbenzin u. dgl., auch im Wasser. Thermoplastische Harze gestatten Verklebungen durch Verschweißen oder Heißsiegeln. Mit Kunstharz beschichtete Folien finden als *Klebefolien* oder *Klebebänder* Anwendung. Härtbare Kunstharz-Leime finden bes. zur Sperrholzverleimung sowie als Montageleim Verwendung, → *Leime*. Zellulosenitrat-K. in Verbindung mit Weichmachern haben vor allem in der Schuh- und Lederindustrie, wasserlös. Zelluloseäther-Verbindungen als Malerleim, Kleister usw. ein ausgedehntes Anwendungsgebiet. Für bestimmte Kleber wird künstl. Kautschuk herangezogen. Zum Verkleben von Metall untereinander sowie zur Verbindung zwischen Metallen und Holz, Keramik, Kunststoffen, Kautschuk usw. dienen z. B. Isocyanat-Kleber sowie Äthoxylinharze.

Die MINERALISCHEN K. enthalten neben organ. Zusätzen in der Hauptsache anorgan. Bestandteile und eignen sich zur Herstellung von K. mit zäher Konsistenz, → *Kitte*.

K. MICKSCH U. E. PLATH: Taschenbuch der Kitte und K. (1962).

Kleesalz, Kaliumtetraxalat, saures Kaliumsalz der Oxalsäure, $(\text{COOK})(\text{COOH}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

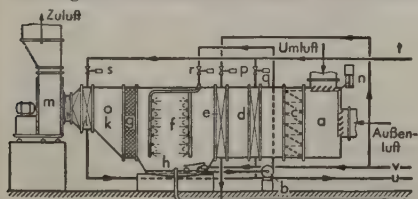
Klein, Felix, Mathematiker, * 1849, † 1925, seit 1886 Prof. in Göttingen, arbeitete über Funktionen- und Gruppentheorie, höhere Geometrie und Fragen des mathemat. Unterrichts.

Kleister, geschmeidige Verquellungsprodukte aus Stärken, Mehlen oder wasserlös. Zelluloseäthern, werden als Buchbinder-K., Bodenkleber und Tapeten-K. verwendet.

Klemmenspannung, die Spannung an den Polen (Klemmen) einer Stromquelle.

Klima, die Witterungsverhältnisse eines Ortes oder Gebietes, wie sie sich aus Luftdruck, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Bewölkung, Niederschlägen, Wind für einen längeren Zeitraum aus Durchschnittswerte ergeben. Im großen teilt man die Erdoberfläche in drei *K.-Zonen* ein, die tropische, die gemäßigten und die kalten Zonen; das Einteilungsprinzip ist astronomisch begründet (→ Erde). Für kleinere Flächenräume spricht man von *K.-Typen*, wie See-, Wüsten-, Gebirgs-K. u. a. Für das Gedeihen von Pflanzen sind oft die klimat. Verhältnisse im allerkleinsten Raum maßgebend, das *Mikro-K.*, z. B. vor einer nach Süden gelegenen, windgeschützten Hauswand. — Im Verlauf der Erdgeschichte hat mehrfach ein *K.-Wechsel* stattgefunden, wie z. B. das Vorkommen von Steinkohlenlagern in der Arktis (auf Spitzbergen) und die Spuren einer Vergletscherung in der Permzeit in Südafrika oder auch die diluviale Eiszeit in Nordeuropa beweisen. Nach verschiedenen anderen Erklärungsversuchen (veränderl. Gehalt der Atmosphäre an Kohlendioxyd; Verlagerung der Erdoberfläche, Polwanderung) ist man heute geneigt, die Ursache in astronom. Verhältnissen zu suchen: Die Sonne mit ihren Begleitern kann bei ihrer Bewegung innerhalb des Sternsystems der Milchstraße kosmische Staubwolken (Dunkelwolken) passieren, die die Einstrahlung von Energie auf die Erde und damit die Temperatur herabsetzen. Eine hinreichende Erklärung konnte noch nicht gegeben werden.

Klimaanlage, Vorrichtung zur Erzeugung bestimmter Lufttemperatur und -feuchtigkeit in geschlossenen Räumen. Bei kleineren Anlagen arbeitet man mit unter der Raumdecke angebrachten Düsen, die lediglich feinstäubtes Wasser in den Raum

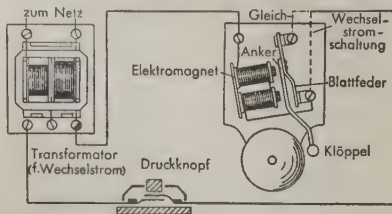


Klimaanlage: Schema einer Voll-Klimaanlage; a Luftmischkammer, b Umwälzpumpe für Befeuchtungswasser, c Luftfilter, d Vorwärmer, e Luftkühler, f Luftwäscher, g Tropfenfänger, h Wasserbehälter, k Taupunkt-Thermostat, l Nachwärmer, m Zuluft-Fliehkraftlüfter, n Klappenverstellmotor, p-s Regelventile, t Heißwasser-Vorlauf, u Heißwasser-Rücklauf, v Kühlwasser.

einspritzen. Dieses Verfahren hat eine sehr ungleichmäßige Feuchtigkeitsverteilung zur Folge. Bei größeren Anlagen sieht man eine zentrale Luftaufbereitungsanlage vor, die die aus dem Freien oder aus den Räumen angesaugte Luft in einer Heizkammer aufwärmt (wenn nötig, nach vorheriger Entstaubung), und in einer Befeuchtungskammer durch Wasserzerstäubung auf die gewünschte Luftfeuchtigkeit bringt. Durch Kanäle wird die aufbereitete Luft zu den Verbrauchsräumen geleitet. Im Sommer läßt man zur Kühlung kaltes Wasser durch die Heizkörper der Heizkammer strömen. K. werden bes. benützt bei tabakverarbeitenden Betrieben, Webereien, Textil- und Papierfabriken sowie für Wohn- und Geschäftshäuser in den wärmeren Zonen. H. RECKNAGEL - E. SPRENGER: Taschenb. f. Heizung, Lüftung und Klimatechnik (*1962).

Klingel, einfachste elektroakustische Signalvorrichtung, kann mit Gleichstrom oder Wechselstrom von 50 Perioden betrieben werden. Von einem Elektromagneten schwingt ein an einer Blattfeder befestigter Anker, der am anderen Ende einen Klöppel trägt. Der Anker trägt gleichzeitig noch einen Selbstunterbrecher (Wagnerscher Hammer), eine Kontaktfeder, die im Ruhezustand einen festen, einstellbaren Gegenkontakt berührt. Wird der Strom-

kreis der K. geschlossen, so fließt der Strom über den noch geschlossenen Selbstunterbrecher-Kontakt durch die Elektromagnet-Wicklung. Der Magnet wird erregt, zieht den Anker an, der Klöppel schlägt gegen die Glockenschale, aber gleichzeitig



elektrische Klingel: Schema der Anlage

öffnet sich der Kontakt des Selbstunterbrechers, so daß der Elektromagnet stromlos wird und den Anker losläßt. Dieser federt zurück, schließt den Selbstunterbrecher-Kontakt und das Spiel beginnt von neuem. Nur für Wechselstrom bestimmte K. (*Wechselstrom-Wecker*) erhalten statt des Selbstunterbrechers einen gepolten Elektromagneten.

Klingstein, → Phonolith.

Klinker, aus kalkarmen Tonen bis zur Sinterung (Schmelzbeginn) gebrannter Ziegel sehr großer Festigkeit; Mauer-, Schmuck- und Pflasterstein.

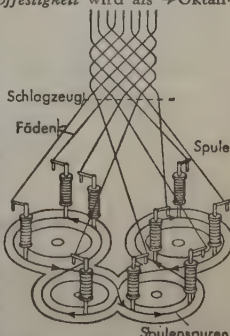
Klirrfaktor, NACHRICHTENTECHNIK: Maß für die durch Verzerrungen entstandenen Oberschwingungen, verglichen mit der Grundschiwingung; bei guter Übertragung ist ein K. von 3 % zulässig.

Klischee, allgemein übliche Bezeichnung eines Druckstockes für den Buchdruck (Hochdruck). Im eigentlichen Sinne ist ein K. aber ein durch Stereotypie oder G galvanoplastik vervielfältigter Originaldruckstock. Die Bezeichnung Druckstock für K. setzt sich immer mehr durch.

Klischograph, Gerät zur photoelektrischen Herstellung von Druckstöcken durch Gravieren.

Klopfen, im Vergasermotor eine unerwünschte vorzeitige, durch eine Art Selbstentzündung hervorgerufene Verbrennung des Kraftstoffs, die hohe Beanspruchungen und Überhitzung zur Folge hat. Durch Zusatz von → Antiklopfmitteln kann man es ausschalten. Die Klopfestigkeit wird als → Oktanzahl gemessen.

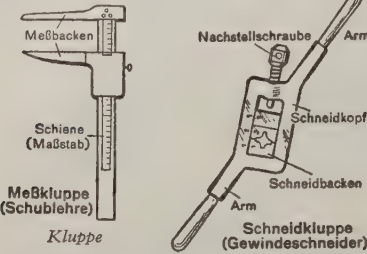
Klöppeln, paarweises Kreuzen (Verflechten) und Verzwirnen von Fäden zur Herstellung von Geflechtem (flach: Litzen; hohl: Kordeln; durchbrochen: Flechtspitzen, Klöppelspitzen) von Hand oder mit der Klöppelmaschine. Beim *Hand-K.* ist ein vorgezeichnetes Muster (*K.-Brief*) auf dem *K.-Kissen* befestigt. Die von Holzspulen (*Klöppeln*) abrollenden und verflochtenen Fäden werden zunächst mit Stecknadeln gehalten. — Bei der *Flechtmaschine* bewegen sich die senkrecht stehenden Klöppel in 8förmigen Kurvenschlitzen, die an jedem Kreuzungspunkt eine Weiche besitzen. Zur Herstellung von Spitzen steuert eine Jacquardmaschine über eine dem Muster entsprechend gelochte Karte den Lauf der Klöppel. Wie bei der Handarbeit kann jeder Klöppel stillgesetzt werden oder weiterflechten, so daß die maschinell hergestellten Spitzen nur schwer von den „echten“ Handklöppelspitzen zu unterscheiden sind.



Klöppeln: Arbeitsweise einer Flechtmaschine zur Herstellung einer 9er-Litze

Kluppe – Knickfestigkeit

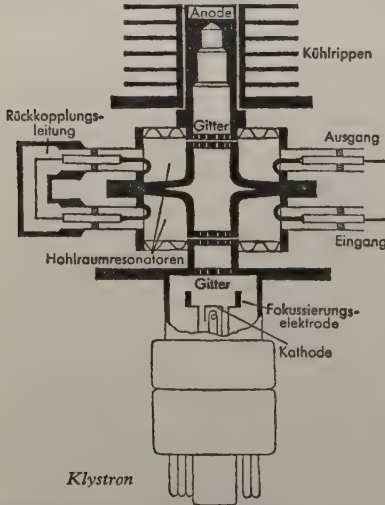
Kluppe, Gewindeschneid-K., ein Handwerkzeug zum Gewindeschneiden. Meß-K., Längenmeßzeug, meist für größere Messungen, ähnlich einer großen Schieblehre.



Klüse, SCHIFFBAU: ein Loch in Deck, Schanzkleid oder Außenhaut zum Durchführen von Tauen oder Ketten. Sie ist zu deren und zum eigenen Schutz durch besondere Verstärkungen ausgefüllt. In der *Anker-K.* wird der Patentanker gelagert.

Klüver, Vorsegel, → Segelschiff. **Klüverbaum**, Verlängerung des Bugspriets.

Klystron, eine Elektronenröhre zum Erzeugen, Verstärken und Frequenzvervielfachen von Dezimeter-, Zentimeter- und Millimeterwellen. Beim einfachsten K. (*Zweikammer-K.*) durchläuft ein von der Kathode ausgehender, zeitlich konstanter Elektronenstrahl einen über Koaxialleitung o. ä. und Koppelschleife von außen mit Hochfrequenzenergie gespeisten Steuerraum. Dieser hat in der Mitte gitterartige Durchbrüche für den Elektronenstrahl. Je nach zeitlicher Phasenlage der Hochfrequenzschwingungen des Steuerraumes werden die Elektronen beschleunigt oder verzögert. In dem folgenden, von



Klystron

Hochfrequenzfeldern freien Laufräumen können die schnellen Elektronen die langsameren einholen oder überholen, so daß 'Elektronenpakete' gebildet werden. Die Elektronendichte des Strahls ist zu einem bestimmten Zeitpunkt an den verschiedenen Stellen des Laufraumes verschieden groß ('Dichtemodulation'); der in dieser Weise dichtemodulierte Elektronenstrahl erregt beim Durchsetzen des Auskoppelraumes diesen durch Influenzwirkung zu kräftigen Resonanzschwingungen, aus denen mit der Koppelschleife Hochfrequenzenergie entnommen werden kann. Steuerraum und Auskoppelraum sind meist als → Hohlraumresonatoren ausgebildet, deren

Resonanzfrequenz z. B. dadurch einstellbar gemacht ist, daß die Wände aus biegsamem Material bestehen und z. B. mit Schraubing etwas verformt werden können. Die Anode dient lediglich dazu, die 'abgearbeiteten' Elektronen aufzufangen. Frequenzvervielfachung erzielt man, indem man den Auskoppelkreis auf eine Harmonische der den Steuerkreis speisenden Hochfrequenzschwingungen abstimmt. Die technische Ausführung eines *Oszillator-K.* zeigt BILD. Die Abstimmungsschwierigkeiten und der Raumbedarf sind beim *Reflex-K.* wesentlich verringert, bei dem der Elektronenstrahl durch eine ebene, stark negative Reflektrode nach Durchsetzen des einzigen vorhandenen Resonators zur Umkehr gezwungen wird und diesen ein zweites Mal durchläuft. Das *Kaskaden-K.* arbeitet mit mehr als 2 hintereinander liegenden Resonatoren. – Das K. arbeitet mit gutem Wirkungsgrad auch noch bei sehr hohen Frequenzen und erlaubt, hohe Leistungen zu erzeugen (z. B. bis zu 10 kW Dauerstrichleistung).

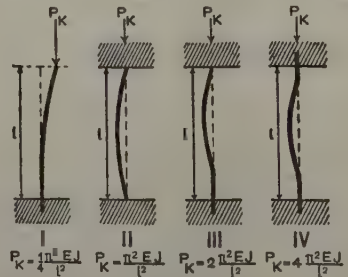
Knallgas, ein Gasgemisch, dessen Bestandteile miteinander eine chem. Reaktion eingehen können.

Diese findet meist bei gewöhnlicher Temperatur nur unmerklich langsam statt, tritt aber nach einer Zündung mit lebhafter Verpuffung (→ Explosion) und lautem Knall ein. K. sind Gemische von Wasserstoff mit Sauerstoff oder Wasserstoff mit Luft, auch andere Gemische von brennbaren Gasen und Dämpfen mit Luft oder Sauerstoff. Das Mischungsverhältnis kann innerhalb der Zündgrenzen (Explosionsgrenzen, → Explosion) wechseln. K. wird gezündet durch örtliche Erhitzung mit einer Flamme oder elektrischer (Glühdraht, Funken) oder durch einen Katalysator (z. B. Platin). Die Bezeichnung *K.-Gebläse* ist ungenau, aber sehr gebräuchlich für eine Vorrichtung, in der unter Druck Wasserstoff und Sauerstoff getrennt zur Öffnung eines Brenners geführt werden, wo sie miteinander in einer etwa 3200°C heißen, langgestreckten Flamme verbrennen; eine Explosion findet hierbei jedoch nicht statt. Solche K.-Gebläse finden techn. Anwendung, z. B. zum autogenen Schweißen.

Knallquecksilber, knallsaures Quecksilber, das äußerst explosive Quecksilbersalz der Knallsäure, entsteht durch Lösen von Quecksilber in Salpetersäure und Eintragen der Lösung in Alkohol. Es dient zur Initialzündung in den Sprengkapseln, Zündhütchen usw. zur Einleitung der Explosion anderer Sprengstoffe.

Knallsäure, $C = NOH$, eine wenig beständige organ. Säure. Die knallsauren Salze oder *Fulminate*, z. B. Knallquecksilber und Knallsilber, sind äußerst explosiv.

Knickfestigkeit, Sonderfall der Druckfestigkeit. Schlanke, auf Druck beanspruchte Stäbe knicken nach der Seite der geringsten Widerstandsfähigkeit aus, ehe ihr Gefüge durch Zerdrücken zerstört wird. Es sind vier Fälle der K. zu unterscheiden: 1) ein Stabende eingespannt, das andere frei beweglich;



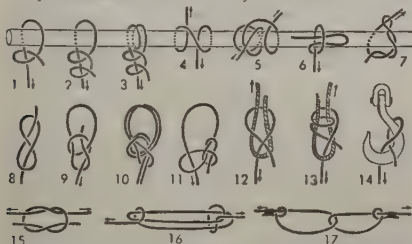
Knickfestigkeit: die vier Knickfälle nach Euler

2) beide Enden lose, Stab in der Achse geführt; 3) Stab an einem Ende eingespannt, am anderen in der Achse geführt; 4) beide Enden eingespannt. Die Knickbelastungen dieser 4 Fälle verhalten sich wie 1:4:8:16 (EULER). Dabei wächst die K. proportional dem kleinsten äquatorialen Flächenträgheitsmoment (I) des Stabquerschnitts und dem Elastizitätsmodul (E) des Werkstoffs und nimmt ab proportional dem Quadrat der Stablänge (l).

Kniehebel, zwei durch ein Gelenk miteinander verbundene Stangen. Durch eine am Gelenk angreifende Kraft wird der K. gestreckt und ein Kolben, Preßstempel o. ä. bewegt (*Kniehebelpresse*).

Knitterfestmachen, Gewebe durch Einlagerung und waschfeste Fixierung von Kunstharzen formbeständig machen.

Knoten, 1) bei stehenden Wellen die Stellen mit der Amplitude Null; bei elast. oder Oberflächenwellen also die Stellen, an denen das Medium in Ruhe bleibt. 2) Verschlingung von Fäden, Seilen, Tauen u. ä.; seemannisch auch *Stek*, bei Pionieren *Stick*.



Knoten: 1 ein halber Schlag; 2 zwei halbe Schläge; 3 Rundtörn mit zwei halben Schlägen; 4 Webeleinstek; 5 Stopperstek; 6 Schlippstek (leicht lösbar); 7 Zimmermannstek; 8 Achtknoten; 9 Pahlstek (zieht sich nicht zusammen); 10 doppelter Pahlstek; 11 laufender Pahlstek; 12 einfacher Schotstek; 13 doppelter Schotstek; 14 Hakensschlag (hält nur bei Zug); 15 Kreuzknoten (Weber-K.); 16 Verkürzungstek; 17 Trossenstek.

3) Abk. *kn*, die Fahrgeschwindigkeit eines Schiffes; $1 \text{ kn} = 1 \text{ Seemeile/Std.} = 1,852 \text{ km/Std.}$ 4) die beiden Schnittpunkte der Bahn eines Himmelskörpers mit einer anderen Ebene, bes. der $\rightarrow$ Ekliptik (*aufsteigender* und *absteigender K.*). Die Länge des aufsteigenden K. ist eines der 6 $\rightarrow$ Bahnelemente. Bei Doppelsternen sind K. die Schnittpunkte der Bahn mit der durch den Schwerpunkt gelegten Tangentialebene an die Sphäre.

Knotenpunkt, 1) **EISENBAHN**: der Schnittpunkt mehrerer Strecken.

2) bei **FACHWERKTRÄGERN** die Punkte, in denen die Stäbe des Fachwerks zusammenlaufen.

Knottenschiefer, **Knotenalk**, durch Druckschiefer verändertes Gestein aus einer primären Wechselagerung dünner Ton- und Kalklagen.

Knottenerz, mit Bleiglanz und Zinkblende imprägnierter Buntsandstein der Erzlagerstätten von Mechernich und Maubach (Eifel).

Knüppel, vorgewalzter metallischer Werkstoff von etwa 100×100 bis $150 \times 150 \text{ mm}$ Querschnitt.

koagulieren, **gerinnen**, das Ausfallen (Ausflocken) kolloidaler Stoffe aus ihrer kolloidalen Lösung ($\rightarrow$ Kolloide). In der **SPINNEREI** das fadenförmige Erstarren der aus Düsen ausgepreßten Spinnlösung in einem Fällbad bei dem im Naßspinnverfahren hergestellten Chemiefasern.

Koaleszenz, Vereinigung eines Tropfens mit der geschlossenen flüssigen Phase.

Koaxialleitung, eine gegen Erde unsymmetr.

Zweileiter-Bauart zur Fortleitung von Wechselströmen bis zu höchsten Frequenzen und Leistungen: innerhalb eines zylindrischen Außenleiters ist ein draht- oder rohrförmiger Innenleiter durch Isolierstücke (Perlen, Scheiben, Wendel oder Volldielektrikum) aus mechan. und therm. widerstandsfähigem, verlustarmem Material (Keramik, Polystyrol u. a.) in koaxialer Lage gehalten. Abstand der beiden Leiter und Dielektrikum werden so gewählt, daß K. für verschiedene Leistungen denselben Wellenwiderstand (in Ω 60 Ohm) haben. Die elektromagnet. Felder bleiben auf den Raum zwischen Innen- und Außenleiter beschränkt; durch die Abschirmwirkung des Außenleiters wird weder Energie nach außen abgestrahlt, noch dringen Störnergien von außen in die Leitung ein (BILD Kabel).

Kobalt, Co, chem. Element, Metall; Ordnungszahl 27, Massenzahl 59, Atomgewicht 58,9332; Schmelzpunkt 1490°C , Siedepunkt 3185°C , Dichte $8,9 \text{ g/cm}^3$. K. kommt in der Natur nur in Verbindungen vor, meist als Begleiter des etwa 15mal häufigeren Nickels. Die wichtigsten K.-Erze sind *Speis-K.*, *K.-Glanz* und *K.-Nickelkies*. Zur Gewinnung von reinem K. werden die Erze geröstet und die entstandenen Oxide durch ziemlich umständliche Verfahren voneinander getrennt. Das reine K.-Oxid wird dann, etwa mit Wasserstoffgas, zu metallischem K. reduziert. K. ist silberglänzend und durch Hämmerung bearbeitbar. Metalloberflächen werden manchmal zum Schutz gegen Korrosion *verkobaltet*. Verkobalten schützt besser gegen organ. Säuren als Vernickeln. Bedeutsam ist K. als *Legierungsmetall*. Die meisten Werkzeugstähle ($\rightarrow$ Stahl) enthalten K. (bis zu 40% und mehr), oft zusammen mit Chrom. K. ist wie Eisen ferromagnetisch, wenn auch in geringerem Grade. Zusatz von K. verbessert die Eigenschaften von Magnetstählen. K. dient vielfach als Katalysator. Das künstlich hergestellte radioaktive K.-Isotop ^{60}Co wird als starke Strahlenquelle in einer den übl. Röntengeräten ähnl. Anordnung zur Behandlung bösartiger Geschwülste verwendet (*Kobaltkanone*).



Das gleiche Isotop würde in großen Mengen entstehen und alle höheren Lebewesen auf das schwerste gesundheitlich schädigen, wenn man eine Wasserstoffbombe mit einem Mantel aus natürl. K. umgeben und zur Explosion bringen würde (*Kobaltbombe*). **VERBINDUNGEN**. K. tritt zweiwertig (*Kobaltosalze*) und dreiwertig (*Kobaltisalze*) auf. Zahlreiche K.-Verbindungen dienen als Malerfarben (K.-Blau, K.-Rot usw.), zur Herstellung von Firnissen und zur Darstellung von blauem *Kobaltglas*.

Kochflasche, ein Laboratoriumsgerät aus dünnem Glas mit langem Hals.

Kochplatte, Platte aus keram. Isoliermaterial, in das ein Widerstandsheizkörper eingebettet ist. Ein *Elektroherd* enthält im allgem. 3 oder 4 K.

Kochsalz, $\rightarrow$ Salz.

Koeffizient, **MATHEMATIK**: Faktor; insbes. die Zahl, mit der die Unbestimmten in einem $\rightarrow$ Polynom multipliziert sind.

Koerzitivkraft, $\rightarrow$ Hysterese.

Koffein, 1,3,7-Trimethy-2,6-Dioxypurin, ein Purinderivat, kommt vor zu durchschnittl. 1,2% im Samen des Kaffeebaumes, zu 2–4% in den Blättern des Teestrauchs – hier zuerst als *Thein* bezeichnet – zu 0,8–1,5% im Maté, zu 1,5–3,5% in der Kolanuss und zu 4–6% im Quaranasamen. K. wirkt erregend auf Großhirnrinde, Rückenmark, vegetatives Nervensystem, erweitert die Herzkranzgefäße, fördert die Harnabsonderung der Nieren; größere Mengen, schon bei zu starkem Kaffeegenuß, können zu Vergiftung führen. Die K.-Wirkung hält meist 5–6 Stunden an. Synthetisch wird K. aus Harnstoff, auch aus Harnsäure, über Xanthin hergestellt.

Nahe Verwandte des K. sind *Theophyllin* (1,3-Di-

methylxanthin) und *Theobromin* (3,7-Dimethylxanthin); sie kommen im Tee und Kakao vor.

Kofferdamm, auf Schiffen ein schmaler, leerer Raum, durch den Räume mit empfindl. Inhalt (Öl, Wasser) voneinander getrennt werden.

kohärentes Licht, → Interferenz.

Kohärer, *Fritter*, früher benutzte Einrichtung zum Nachweis elektromagnet. Wellen, die darauf beruht, daß Eisenfeilspäne unter dem Einfluß einer Hochfrequenzspannung zusammenbacken (fritten) und durch die erhöhte Leitfähigkeit einen Empfangsstromkreis schließen, der durch eine Erschütterung der Späne wieder unterbrochen wird.

Kohäsion, der innere Zusammenhalt der Stoffe, beruht auf Kräften, die die Atome oder Moleküle des Stoffes aufeinander ausüben. Diese Kräfte wirken anziehend, bei sehr kleinen Abständen jedoch abstoßend. Die K. bewirkt die Festigkeit der festen, die Volumbeständigkeit und den Zusammenhang der flüssigen Körper. Bei den realen Gasen tritt die K. in der Abweichung vom Gesetz der idealen Gase als *K.-Druck* in Erscheinung.

Kohle, ein Zersetzungsprodukt organischer Substanzen, entsteht einerseits als *Holzkohle* durch Erhitzung solcher Stoffe unter Luftabschluß (→ *Köhlererei*), andererseits als *Mineral-K.* im wesentl. durch Reduktion unter großem Druck innerhalb langer Zeiten. K. besteht im Mittel aus 70 % Kohlenstoff (Braun-K. bis 75 %, Stein-K. bis 98 %) mit anderen Verbindungen, bes. mit Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel.

ENTSTEHUNG der Mineral-K. Aus üppigen Sumpfwäldern in trop. Klima bildeten sich Torfmoore. Bei fortschreitender Untergrundsenkung wurden diese von Sand- und Tonmassen überlagert. Luftabschluß und Druck des darüber gelegenen Gebirges bewirkten die → *Inkohlung*, bei der sich, vor allem unter Verbrauch des in der pflanzl. Substanz enthaltenen Sauerstoffs, Kohlenstoff anreichert, zum großen Teil in Form von Kohlenwasserstoffverbindungen. Dadurch bildeten sich zunächst Torf-K., dann die Braun-K. und unter dem Einfluß starken Drucks durch weitere Anreicherung des Kohlenstoffs die Stein-K. Aus der Mächtigkeit, dem Grad der Inkohlung und den Zwischenschichten der heutigen K.-Lager kann man auf die geolog. Verhältnisse zur Zeit ihrer Bildung schließen. Das Alter der großen Steinkohlenvorkommen beträgt ungefähr 250–280, das der Braun-K. ungefähr 40–50 Millionen Jahre. Die Lager ziehen sich entlang dem damals feuchtwarmen Klimagürtel von Sibirien über Mitteleuropa nach Nordamerika.

EIGENSCHAFTEN der *Stein-K.* Sie hat dichtes, hartes Gefüge, mitschlagen bis splintförmigen Bruch, oft fetten Glanz, schwarze, seltener braune Farbe, 60 bis 98 % Kohlenstoffgehalt, 6000 bis 8500 kcal Heizwert. Wichte 1,2–1,5; Härte 2–2,5. – **ARTEN**. Petrographisch unterscheidet man nach Härte und Bruch-eigenschaften *Glanz-K.* (Vitrinit), *Matt-K.* (Clarit, Durit), *Faser-K.* (Fusit). Einteilung nach dem Verkohlungsverhalten: 1) *fette K.*, mit hohem Kohlenwasserstoffgehalt, ergeben leuchtende Flamme und große Teer- und Ascheausbeute; ihr Koks ist geschmolzen bis gesintert, gebläht, fest bis weich (Back-K., backende Sinter-K.); Handelsnamen: Koks-K. (18–33 % Gasgehalt), Gas-K. (33–37 % Gasgehalt), Eß-K., Gasflamm-K. (37–45 % Gasgehalt). 2) *Trockene K.*, enthalten neben Kohlenwasserstoffen große Anteile von Kohlendioxid und Kohlenmonoxid; ihr Koks ist gesintert, sehr weich (Sinter-K.); Handelsname: Gasflamm-K. 3) *Magere K.* mit geringem Gehalt flüchtiger Bestandteile und schwach leuchtender, blauer, kurzer Flamme; ihr Koks ist schwach gesintert, pulverig (gesinterte Sand-K., Sand-K.); Handelsnamen: Mager-K. (10–18 % Gasgehalt), Flamm-K., Anthrazit (5–10 % Gasgehalt). Magere K. mit hohem Heizwert (8500 kcal) sind vor allem im Hausbrand, fette K. (im Mittel 8000 kcal) vor allem für die K.-Veredlung wertvoll. – **DE** **GEWINNUNG** der Stein-K. geschieht durchweg durch Bergbau im Untertagebetrieb (→ Bergbau, BILD). – **ZUR VERWENDUNG** als Brennstoff (z. B. im Hausbrand) wird

die Förder-K. in großen Aufbereitungsanlagen gewaschen, von taubem Gestein (Bergen) getrennt und durch Sieben nach Korngrößen sortiert (klassiert); sie kommt dann als *Stück-K.* (über 80 mm), *Nuß-K.* verschiedener Klassen (10–80 mm), *Fein-K.*, *Grus* und *Staub-K.* in den Handel. Von entscheidender Bedeutung ist daneben die *Kohlenveredlung* geworden. Deren wichtigste Grundlage ist die Verkokung: Durch Erhitzung der Steinkohle unter Luftabschluß in eisernen Retorten werden die leicht flüchtigen Bestandteile als Gas (Stadtgas) und die schwerer flüchtigen Kohlenwasserstoffe als Teer abgetrieben. Der aus reinem Kohlenstoff und den mineralischen Bestandteilen der K. bestehende Koks bleibt übrig. Dieser wird mit einem Heizwert von rund 7000 kcal außer im Hausbrand vor allem für die Eisenverhüttung verwendet. Das Stadtgas stellt einen weiteren wichtigen Heizstoff dar, dessen Heizwert sehr weitgehend ausgenutzt werden kann. Der Teer war früher ein lästiges Abfallerzeugnis der Gasgewinnung. Er ist heute einer der wichtigsten Grundstoffe der chem. Industrie. Die Kohlenveredlung ermöglicht somit nicht nur eine viel vollständigere Ausnutzung des Heizwertes der Steinkohle, sondern bedingt auch eine Wertsteigerung um das Vielfache. Die → *Kohlehydrierung*, durch die Steinkohle wie Braunkohle in Motorenbetriebs- und Schmieröle umgewandelt werden, ist ein weiteres wichtiges Verwendungsgebiet der K.

EIGENSCHAFTEN der *Braun-K.* Sie ist eine meist junge K. von geringem Inkohlungsgrad und hat daher ein erdiges, bröckliges, seltener festes, mitunter noch holziges Gefüge von brauner bis schwarzer Farbe. Reiben auf Stein ergibt einen braunen Strich. Wichte: 1,2–1,4; Heizwert: 2500–6000 kcal; ziemlich hoher Wassergehalt (50–60 %). Wegen des hohen Gehalts an Kohlenwasserstoffen verbrennt sie leicht mit rußender Flamme unter Entwicklung eines unangenehmen, eigentümlich brenzlichen Geruchs. – **ARTEN**. Die festeren Arten werden als *Pech-K.* bezeichnet; sie kommen mit ihren Eigenschaften den Steinkohlen nahe. Braun-K. mit holzigem Gefüge heißt *Lignit*. – Die Braun-K. bilden meist mächtige, oberflächennahe Flöze, die im Tagebau abgebaut werden können; durch große Bagger und Abraum-Förderbrücken wird zunächst das Deckgebirge (Abraum) weggeschafft. Die freigelegten Kohlenlager werden dann mit Hoch- und Tiefbaggern (meist in mehreren Schollen übereinander) abgebaut. – **VERWENDUNG**. Die Bröcklichkeit der Braun-K. macht sie für den Transport ungeeignet. Sie wird daher entweder an Ort und Stelle in großen Überlandzentralen zur Elektrizitätserzeugung verfeuert oder in Brikettfabriken zu *Preß-K.* verarbeitet, die transportfähig ist, infolge verringerten Wassergehalts erhöhten Heizwert besitzt und daher für Hausbrand verwendbar ist. Wertvoll aber ist die Braun-K. vor allem durch die moderne Veredlungstechnik geworden. Durch Verschwelung, wobei durch Erhitzen unter Luftabschluß die Kohlenwasserstoffe ausgetrieben werden, werden Schmelz-, Teer-, flüssige Treibstoffe, Öle, Paraffin, Montanwachs und als Rückstand Grude gewonnen.

VORKOMMEN. Wichtige Steinkohlenvorkommen sind: das Ruhrkohlengebiet, die Kohlengebiete westlich des Niederrheins, das Revier des Calais und das Becken von Namur und Lüttich, das Saargebiet, das Limburger Becken, das Zwickauer und Lugaw-Ölsnitzer Gebiet, das niederschlesische und das oberschles. Steinkohlengebiet, das Prager und Pilsner Steinkohlenbecken, das Becken von Südwales, von Yorkshire und Derbyshire und von Northumberland in Großbritannien, das Donezbecken, die Becken von Kusnez in Sibirien und Karaganda, in Kasachstan, das Appalacheische Kohlenfeld und Mittelländervorkommen in den USA. – Vorkommen an Braunkohle: Niederrheinisches Gebiet bei Köln, Gegend von Kassel, Weisenfels, Bitterfeld, Halle, Lausitz, Dux und Brüx, Posen, USA und Kanada.

Der **WELTVORRAT** an Steinkohle wird auf 3,6 Billionen t geschätzt; die nordamerikan. Vorräte auf

1,6 Billionen t, die russ. auf 950 Mia t, die Großbritannien auf 135 Mia t, Polens auf 96 Mia t, die dt. Vorräte (Bundesrep. Dtl.) auf 68 Mia t. Die Weltvorräte an Braunkohle betragen etwa 1,2 Billionen, davon entfallen auf Dtl. (altes Reichsgebiet) rd. 60 Mia t.

Die Fortschritte der Fördertechnik, Aufbereitung und K.-Veredlung steigern den Verbrauchsanteil für geringwertige K. (Torf, Braun-K., unreine Stein-K.). Schumanplan und Montanunion führten in Westeuropa zur internat. Lenkung der K.-Produktion.

Die WELTKOHLENERFÖRDERUNG 1961 betrug an Steinkohle (Braunkohle) in Millionen metr. Tonnen: 1980 (660), davon VR China 430, Sowjetunion 376,9 (129,5) USA 376,4, Großbritannien 193,5, Bundesrep. Dtl. 142,7 (97,2), Polen 106,6 (10,3), Indien 56,1, Frankreich 52,4, Japan 54,5, Südafrika Union 24,3, Tschechoslowakei 26,2 (65,3), Australien 24,3 (16,6), Dt. Dem. Rep. (237,6).

Der VERBRAUCH an K. verteilt sich auf die einzelnen Gebiete ungefähr folgendermaßen: Industrie (vor allem Hüttenwerke) 40 %, Hausbrand 30 %, Elektrizitäts- und Gaswerke 15 %, Eisenbahn und Schifffahrt 10 %, sonstige Zwecke 5 %.

BEYSCHLAG: Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine, 3. Bd., I. Teil: W. GOTHAN: K. (1937); H. GUTTMANN: Die Weltwirtschaft und ihre Rohstoffe (1956).

Kohlehydrierung, Kohleverflüssigung, Verfahren, um Kohle oder Kohleprodukte, wie Teer oder Kohleextrakte, durch Einwirkung von Wasserstoff über Katalysatoren bei Drucken von 10 bis 1000 atü und Temperaturen zwischen 200 und 500° C in Treibstoffe, Leuchtöle, Schmieröle, Heizöle, Paraffin und chem. Nebenprodukte zu überführen. Bei den indirekten Verfahren werden Kohle oder Koks zu Kohlenoxid vergast und die mit der entsprechenden Menge Wasserstoff aufgemischten „Synthesegase“ in Kohlenwasserstoffe umgewandelt, → Fischer-Tropsch-Verfahren.



Schema der Kohlehydrierung

In den direkten Verfahren werden die Ausgangsstoffe, zu denen auch Rohöl und Rohölrückstände gehören, direkt hydriert (Bergius-Pier-Verfahren). Bei der spaltenden Hydrierung verkleinert sich durch die Umsetzung das Molekulargewicht der Ausgangsstoffe; bei der raffinierenden Hydrierung wird eine „Veredelung“ der Ausgangsstoffe ohne wesentliche Molekulargewichtsveränderung durch Hydrierung sowie Isomerisierung oder Zyklisierung u. a. erreicht. Großtechn. Durchführung: in der Sumpfkammer werden die hochmolekularen Rohstoffe (mit Öl angeriebener Kohlebr., Teer- oder Erdölrückstände) in flüssigem Zustande in Gegenwart fein verteilter Eisenkontakte vorwiegend gespalten; in der Gasphase folgt weitere Spaltung sowie hauptsächlich Hydrierung der im ersten Arbeitsgang gewonnenen Mittel- und Schweröle in dampfförmigen Zustand über fest im Reaktionsraum angeordneten Kontakten. Katalysatoren sind vornehmlich Sulfide des Molybdäns und Wolframs.

Kohlenchemie, Verwertung der durch Ent-

gasung (→ Gas, → Koks), Vergasung und Verölung der Kohle (→ Kohlehydrierung, → Fischer-Tropsch-Verfahren) anfallenden Produkte. Die Aufarbeitung der primär gewonnenen Kohlenwertstoffe: Rohteer, Rohbenzol, Ammoniak und Rohgas ist im VERARBEITUNGSSCHEMA (S. 294) dargestellt. Das destillative Trennen von Rohteer (in Dtl. 1953: 1,61 Mio t) liefert bis 180° C Leichtöl (I), zwischen 180 und 230° C Mittelöl (II), 230–270° C Schweröl (III), über 270° C Rohanthrazenöl (IV) und als Rückstand Pech. I und II ergeben bei weiterer Destillation neben Benzol hauptsächlich Phenole und Pyridinbasen. Die Aufarbeitung von III führt zu Naphthalin, das auch schon aus II anfällt, sowie Heiz-, Imprägnier- und Benzolwaschölen; aus IV scheiden sich beim Abkühlen Rohanthrazen-, phenanthren-, karbazol usw. ab; das ablaufende Öl wird nach Filtration als Karbolinum, Naphthalinwaschöl, Imprägnieröl verwendet. Das Rohanthrazen dient als Ausgangsstoff für die Herstellung der Anthrachinonfarbstoffe. Das gewonnene Rohbenzol (in Deutschland 1953: 0,44 Mio t) enthält neben Benzol Toluol, Xylol und höhere Homologe sowie ungesättigte reaktionsfähige Kohlenwasserstoffe.

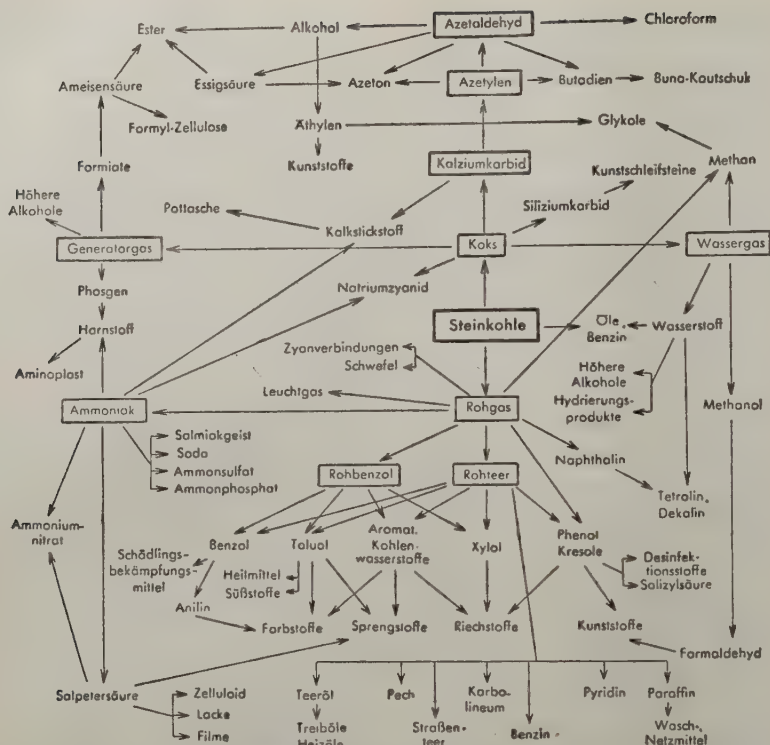
Kohlendioxid, CO₂, farb- und geruchloses Gas; entsteht als Endprodukt bei der Verbrennung von Kohlenstoff sowie bei der menschl. und tierischen Atmung; kommt frei in der Luft vor (etwa 0,03 bis 0,04 %), entströmt ständig in großen Mengen aus Vulkanen und Erdspalten, ist in Wasser leicht löslich; findet sich gebunden in kohlen-sauren Salzen. Auch bei Zersetzung der organ. Stoffe sowie bei Gärung wird stets freies K. gebildet; es würde sich also mit der Zeit in der Luft stark anreichern, wenn nicht die Pflanzen umgekehrt K. aufnehmen, abbauen und mit Hilfe von Chlorophyll unter Ausnutzung der Energie des Sonnenlichts Kohlenstoffverbindungen aufbauen. Diese gelangen durch die pflanzl. Nahrungsstoffe in den Tierkörper, werden umgewandelt und in Form von K. wieder ausgeatmet, so daß bei diesem „Kreislauf des Kohlenstoffs“ das K. den Übergang des Kohlenstoffs von Tier zu Pflanze vermittelt. – Über die gewerbliche und industrielle Verwendung → Kohlen-säure.

Kohlenfadenlampe, eine → Glühlampe, deren Leuchtdraht aus einer Paste von Graphitpulver und organischen Bindemitteln hergestellt wird. Verwendung z. B. als Heizelement in medizin. Lichtbädern.

Kohlenobel, BERGBAU: Gerät zur schälenden Gewinnung. Die durch ein endloses Seil oder eine Kette am Kohlenstoß hin- und hergezogen und dagegendrückten, mit Hartmetall belegten Messer schälen jeweils 5–30 cm Kohle aus der festen Front heraus. Die abgelöste Kohle wird durch ein Förderband weggeführt.

Kohlenhydrate, Kohlehydrate, stickstofffreie organ. Verbindungen, im einfachsten Fall (Traubenzucker, Fruchtzucker) der allgem. Summenformel (CH₂O)_n enthalten also außer Kohlenstoff (C) noch Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O) im selben Verhältnis wie Wasser (H₂O) und sind somit formal „Hydrate“ des Kohlenstoffs. K. bilden mit den Fetten und Eiweißstoffen die organ. Nährstoffe für Mensch und Tier. 1 g K. hat (ebenso wie 1 g Eiweiß) den Nährwert von 4,1 cal. Größtenteils aus K. bestehen (außer Zucker selbst) z. B. Mehl, Graupen, Gerstengrieß, Reis; die Brotarten, Nudeln, Makkaroni, Mehlspeisen verdanken ihren Nährwert bes. ihrem Gehalt an K. Weitere wichtige K.-Träger sind die Hülsenfrüchte und die Kartoffel. Zu den K. gehören die Zuckerarten, Stärke, Zellulose, Glykogen und Inulin.

Kohlenoxid, Kohlenmonoxid, CO, bei gewöhnlichen Temperaturen gasförmig, entsteht aus Kohlendioxid durch Reduktion mit glühendem Kohlenstoff. Es bildet sich daher in Feuerungsgasen von Kohle bei ungenügender Luftzufuhr. K. ist farb- und geruchlos, sehr giftig (bei Vergiftungen sofort Sauerstoffatmung), bildet mit Chlor Phosgen, mit Nickel, Kobalt und Eisen die Karbonyl-, reduziert in Glühhitze Metalloxide und verbrennt mit blauer Flamme zu Kohlendioxid. Es kommt in vulkan.



Kohlenchemie: Schema der Verarbeitung

Gasen und in den Nachschwaden der →schlagenden Wetter vor, ist Bestandteil des Generator- und des Wassergases und wird in dieser Form in zahlreichen chem. Prozessen verwendet. Im Stadtgas sind 10 % K. enthalten.

Kohlenoxysulfid, Kohlenstoffoxysulfid, COS, farbloses, brennbares Gas; zur Schädlingsbekämpfung, bes. gegen Nagetiere, verwendet.

Kohlschalen, ASTRONOMIE: eine Dunkelwolke in der Milchstraße beim Sternbild des Südl. Kreuzes. Das Licht der dahinter befindlichen Sterne wird beim Durchtritt durch den K. um 4 Größenklassen geschwächt. → interstellare Materie.

Kohlensäure, 1) H_2CO_3 , nur in wäßriger Lösung und in Abkömmlingen wie Salzen, Estern usw. bekannt, ist in sehr geringer Menge stets in der Lösung von $\rightarrow$ Kohlendioxid in Wasser enthalten, das sich nach der Gleichung $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$ etwa 1% des Kohlendioxids mit dem Wasser zu K. vereinigt. K. ist eine mittelstarke Säure, tritt aber wegen ihrer starken Verdünnung und ihrer Zersetzlichkeit stets nur als sehr schwache Säure in Erscheinung. Sie bildet als zweibasige Säure 2 Reihen von Salzen. $\rightarrow$ Karbonate.

2) unrichtig für Kohlendioxid, das verflüssigt in Stahlflaschen in den Handel kommt. Es wird industriell gewonnen durch Auffangen der in der Nähe von sauren Mineralquellen (z. B. in der Eifel) aus dem Erdboden ausströmenden Gase (Quellen-K.) oder durch Verbrennen von Koks unter einem besonderen Dampfessel mit viel Luftüberschuß (Koksöfen-K.), beim Vergären von Kohlenhydraten, beim Kalkbrennen (Kalköfen-K.). Seine Dichte ist 1,5mal so groß wie die der Luft. Unterhalb der krit. Temperatur (31° C) verflüssigte K. erstarrt beim Ausströmen aus einer Düse infolge der Ver-

dunstungskälte zu einer schneeartigen Masse (*K.-Schnee*). Durch Pressen von K.-Schnee erhält man *Trockeneis*. K. wird verwendet zur Herstellung künstlicher Mineralwässer, in der Kältetechnik, zum Ausschank von Bier (Bierdruckgeräte), zum feuersicheren Lagern von Benzin, als Feuerlöschmittel, zur Ertragssteigerung in Gewächshäusern (*K.-Düngung*).

Kohlenstaub entsteht beim Abbau in den Kohlengruben, auch durch Mahlen fester Kohle. K.-Luftgemische sind explosionsfähig. Die untere Explosionsgrenze bei etwa 70–80 g/m³ entspricht einer Staubwolke, durch die eine Grubenlampe auf rd. 3 m nicht mehr sichtbar ist. K. von frischer Kohle mit weniger als 14% flüchtigen Bestandteilen ist ungefährlich. *K.-Explosionen* entstehen, wenn eine heiße Flamme in eine Staubwolke schlägt; sie sind häufig die Folge von Schlagwetterexplosionen. Bes. gefährlich ist dabei der große Sauerstoffverbrauch, der zu Erstickungen führen kann. Bekämpfung durch das Gesteinsstaubverfahren (Bewerfen der Strecken mit Kalksteinmehl) und Anwendung von Benetzungsmitteln wie beim Salzverfahren, bei dem der in den Grubenräumen lagernde Staub durch Salzlösungen überkrustet wird.

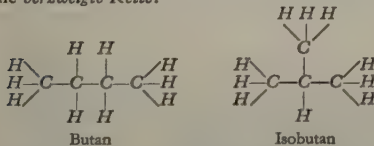
Der *K.-Motor* ist eine Verbrennungskraftmaschine, bei der feingemahlener K. als Kraftstoff in den Zylinder des Motors eingeblasen wird, in dem durch Verdichtung der Luft hoher Druck und hohe Temperatur erzeugt wurde, so daß der K. sich entzündet und verbrennt. Der Einführung des K.-Motors stehen techn. Schwierigkeiten entgegen, da der Verschleiß der Steuerungsorgane, Kolben, Kolbenringe und Zylinderbüchsen durch Asche und K.-Teilchen, auch bei Verwendung von entsalzter Kohle, relativ hoch ist.

K.-Feuerung → *Feuerung*.

Kohlenstoff, C, chem. Element, Nichtmetall; Ordnungszahl 6, Massenzahlen 12, 13, 14, Atomgewicht 12,01115. Elementarer K. besitzt zwei Modifikationen, $\rightarrow$ Graphit und $\rightarrow$ Diamant, die sich durch verschiedene Anordnung der Atome im Kristallgitter (hexagonal und regulär) unterscheiden. Graphit ist grau, besitzt eine Dichte von 2,25 g/cm³ und leitet den elektr. Strom. Er sublimiert bei 3540° C. Diamant ist farblos, besitzt eine Dichte von 3,51 g/cm³ und ist ein Isolator; Schmelz- und Siedepunkt liegen über 4000° C. Diamant läßt sich in Graphit überführen, der umgekehrte Prozeß ist in nennenswertem Umfang noch nicht gelungen. Ruß, Holzkohle, Koks bestehen hauptsächl. aus sehr kleinen, regellos zusammengefügt Graphitteilchen (frühere Bezeichnung: „amorpher“ K.). K. ist auch der Hauptbestandteil der Steinkohle. Verwendung des elementaren K.: Ruß dient zur Herstellung von Druckschwarze, Schuhkrem, Tusche u. dgl. sowie als Zusatzstoff in der Gummiwarenindustrie; über K. in sehr fein verteiltem Zustand, etwa Tierkohle oder Holzkohle, $\rightarrow$ Aktivkohle.

K. nimmt unter den Elementen eine hervorragende Sonderstellung ein durch seine Fähigkeit, seine eigenen Atome untereinander in fast beliebiger Weise zu verketten und auf diese Weise die unüberschaubare Mannigfaltigkeit der $\rightarrow$ Kohlenstoffverbindungen und die stoffliche Grundlage des organ. Lebens zu bilden. Auch kernphysikalisch ist er dadurch ausgezeichnet, daß der wichtigste energieliefernde Prozeß im Innern der Sterne sich nur unter katalyt. Mitwirkung von K.-Kernen abwickeln kann ($\rightarrow$ Bethe-Weizsäcker-Zyklus). Kreislauf des K. $\rightarrow$ Kohlendioxid.

Kohlenstoffverbindungen, chem. Verbindungen von Kohlenstoff mit anderen Elementen, gekennzeichnet vor allem durch die Verknüpfung von Kohlenstoffatomen miteinander (*Kohlenstoffbindung*), wie sie in den Kohlenstoffketten und -ringen der organischen Verbindungen vorliegt. Die Fähigkeit des Kohlenstoffs zu derartigen Verknüpfungen liegt in seiner Vierwertigkeit und ist die Ursache für die große Zahl von organ. K. Wird zur Bindung zweier Kohlenstoffatome aneinander nur eine Valenz eines jeden verbraucht, spricht man von einer *einfachen Bindung* (z. B. im Äthan H_3C-CH_3), wenn je zwei Valenzen aufgewendet werden, von einer *zweifachen* oder *Doppelbindung* (z. B. im Äthylen $H_2C=CH_2$) und bei Absättigung von je drei Valenzen von einer *dreifachen Bindung* (z. B. im Azetylen $HC\equiv CH$). Alle Kohlenstoffbindungen sind homöopolare Bindungen. Die Kohlenstoffketten gehören zu den *azyklischen* (*aliphatischen*) K. Während z. B. im Butan eine *normale* (*n*-) Kette von 4 Kohlenstoffatomen vorliegt, enthält das Isobutan eine *verzweigte Kette*:



Ein Kohlenstoffatom, das nur mit einem andern in direkter Bindung steht, heißt *primär* gebunden (z. B. die beiden endständigen, d. h. an den Enden der Kette stehenden im Butan); *sekundäre* Kohlenstoffatome stehen mit zwei andern in direkter Bindung (z. B. die beiden mittelständigen im Butan) und *tertiäre* Kohlenstoffatome mit drei andern (z. B. das mittelständige im Isobutan).

Die *ungesättigten K.* zeigen eine große Neigung, durch Addition anderer Elemente die mehrfache Bindung aufzuheben, den ungesättigten Charakter also zu beseitigen. So addiert z. B. das Äthylen $H_2C=CH_2$ leicht zwei Atome Brom unter Bildung von Äthylenbromid BrH_2C-CH_2Br . In vielen organ. Verbindungen sind mehrere Mehrfach-Bindungen vorhanden. Zwei Doppelbindungen, die vom gleichen Kohlenstoffatom ausgehen, z. B. im Allen

$CH_2=C=CH_2$, heißen *kumulierte Doppelbindungen*. Sind die beiden Doppelbindungen durch eine einfache Bindung getrennt, wie im Butadien, $CH_2=CH-CH=CH_2$, so spricht man von *konjugierten Doppelbindungen*.

K., deren Kohlenstoffatome zu einem *Kohlenstoffring* zusammengeschlossen sind, heißen *zyklische Verbindungen*. Hierher gehören bes. die *aromatischen K.*, deren Grundkörper, das $\rightarrow$ Benzol, einen Ring aus 6 Kohlenstoffatomen enthält. Fünfer- und Sechserringe bilden sich am leichtesten und sind am beständigen, weil sich eine offene Kohlenstoffkette über zwei Kohlenstoffatome hinaus nicht gradlinig fortsetzt, sondern jeweils unter dem Tetraederwinkel. Daher ist bei einer Kette von 5 und 6 Kohlenstoffatomen ein Ringschluss ohne größere Verzerrungen der Valenzrichtungen möglich. Der bei 4 oder 3 Kohlenstoffatomen sich ergebende Spannungszustand im Ring erklärt die geringe Beständigkeit und den größeren Energieinhalt solcher Verbindungen (*Baeyersche Spannungstheorie* 1885).

Heterozykl. Verbindungen enthalten außer Kohlenstoffatomen noch andere mehrwertige Atome als Ringglieder.

Bes. wichtige K. sind neben den $\rightarrow$ Kohlenwasserstoffen die $\rightarrow$ Kohlenhydrate, $\rightarrow$ Fette und $\rightarrow$ Eiweiße. Anorgan. K.: $\rightarrow$ Karbide, $\rightarrow$ Kohlenoxid, $\rightarrow$ Kohlendioxid, $\rightarrow$ Kohlensäure und deren Abkömmlinge.

Kohlenwasserstoffe, die chem. Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff, eine bes. einfache Klasse der $\rightarrow$ Kohlenstoffverbindungen. Sie werden zu homologen Reihen zusammengefaßt; die einfachste ist die mit dem Methan, CH_4 , beginnende (*aliph.*) *Paraffinreihe*, deren folgende Glieder Äthan, CH_3-CH_3 , Propan, $CH_3-CH_2-CH_3$, Butan usw. sind. Ihre allgemeine Formel lautet C_nH_{2n+2} . Vom Butan ab sind $\rightarrow$ Isomerien möglich. Ungesättigte K. sind solche, bei denen 2 oder mehr C-Atome durch Doppel- oder Mehrfachbindung verknüpft sind, die *Alkylene*, z. B. Äthylen C_2H_4 , $\begin{array}{c} H & H \\ \diagdown & / \\ C & = C \\ / & \diagdown \\ H & H \end{array}$, mit der allgem. Formel C_nH_{2n} , weiterhin die *Alkine* mit dem Anfangsglied Azetylen, $HC\equiv CH$, und die *Diene* mit dem Anfangsglied Allen, $H_2C=C=CH_2$.

Eine besondere Stellung nehmen die K. ein, deren Kohlenstoffatome zu Ringen zusammengetreten sind. Zu ihnen gehören z. B. die *Naphthene* mit der Zusammensetzung C_nH_{2n-6} , die sich von den Alkylene dadurch unterscheiden, daß sie nicht ungesättigt sind. Eine bes. wichtige Gruppe sind die *aromatischen K.* wie Benzol, C_6H_6 , Naphthalin, $C_{10}H_8$, Anthrazen und Phenanthren, $C_{14}H_{10}$, die Anfangsglieder eigener homologer Reihen und Stammsubstanzen zahlloser Verbindungen sind.

Die kohlenstoffärmsten Glieder der K.-Reihen sind Gase; danach folgen farblose, charakteristisch riechende Flüssigkeiten, die leichter als Wasser sind und sich nicht mit ihm mischen. Die höchsten Glieder haben die höchsten Siedepunkte und sind feste, kristallisierende Körper. Die K. sind alle brennbar.

Die flüssigen Paraffinkohlenwasserstoffe und die Naphthene kommen besonders im Erdöl vor. Große Mengen von K. werden bei der trockenen Destillation der Steinkohle gewonnen. Die dabei entstehenden gasförmigen K., wie Methan und Äthan, finden sich im Stadtgas. Die flüssigen K., z. B. das Benzol, kommen im leichten Teeröl vor. Feste K. (wie Naphthalin und Anthrazen) werden aus den höher siedenden Anteilen des Steinkohlenteers gewonnen, während man Paraffin aus Braunkohlenteer erhält. Durch Kohlehydrierung nach dem Bergius-Pier- und Fischer-Tropsch-Verfahren werden aus Kohle Paraffin-K. gewonnen.

Die gasförmigen K. werden zu Heiz- und Beleuchtungszwecken, niedrig siedende flüssige K. als Motorentreibstoffe und Lösungsmittel, die höher siedenden, aber noch leicht flüssigen natürl. K. als Petroleum, Solaröl usw. zu Heiz- und Beleuchtungszwecken, als Treibstoff für Dieselmotoren, die schwerer flüssigen als Schmiermittel verwendet. Als chem. Ausgangsstoffe für die Herstellung von Farb-

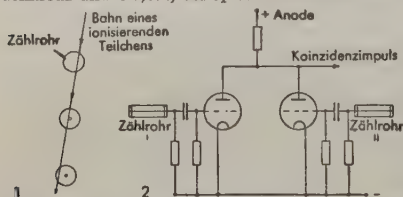
Kohlepapier – Kokerei

stoffen, pharmazeut. Produkten, Kunststoffen usw. sind die K., bes. die aromat. K., von größter Bedeutung.

Kohlepapier, dünnes, zähes Seidenpapier mit einseitiger Farbschicht für Durchschriften mit der Schreibmaschine. Die Farbmasse besteht aus Harzen, Ölen, Wachs und Kautschuk, denen Ruß, Mineralfarben zugesetzt oder in denen Teerfarbstoffe gelöst sind. Die Rückseite trägt meist eine Wachs-schicht, um ein Aufrollen zu vermeiden. Eine Sonderform ist das *Durchschreibepapier* für Bleistift, Kugelschreiber u. dgl.

Köhlerlei, handwerkliche Form der Holzverkohlung, die als einziges Erzeugnis die Holzkohle liefert. Lufttrockenes Holz von 1–2 m Länge wird um einen aus Stangen errichteten Feuerschacht (*Quandel*) dicht gesetzt und mit einer feuerfesten Decke aus grünem Reisig, Rasen und Erde alleseitig überkleidet. Angezündet wird der fertige Meiler im Quandel, der mit leicht brennbarem Material angefüllt ist. Die Ausbeute beträgt bei Nadelholz 20 bis 26 Gew.-%, bei Buchenholz 20–22 Gew.-%.

Koinzidenz, das Zusammenfallen, z. B. von Fadenkreuz und Objekt, bei opt. Instrumenten.



Koinzidenzmethode: 1 Koinzidenzanordnung für Zählrohre zur Festlegung von Teilchenbahnen. 2 Koinzidenzschaltung für zwei Zählrohre (Rossi).

Koinzidenzmethode, Verfahren zur Ermittlung längerer Bahnen atomarer Teilchen, z. B. in der Atmosphäre, durch Erzeugung praktisch gleichzeitiger Stromstöße in zwei, besser noch in mehreren in gerader Bahn liegenden Zählrohren (*Zählrohrteleskop*, BOTHE und KOLHÖRSTER 1929, BILD 1). Die Gleichzeitigkeit der Stromstöße wird durch eine geeignete Röhrenschaltung (z. B. *Rossischaltung*, BILD 2) nachgewiesen. Die K. ist auch geeignet, Vorgänge an Atomkernen zu untersuchen, bei denen zwei Teilchen (z. B. ein Elektron und ein Licht-

quant) so kurz hintereinander emittiert werden, daß sie praktisch in zwei Zählern noch eine Koinzidenz erzeugen können.

Kokain, Methylbenzoylëkgonin, Hauptalkaloid des Koka-Strauchs *Erythroxylon coca* aus Südamerika, bildet farblose Prismen mit bitterem Geschmack und örtlich betäubender Wirkung. Gewinnung durch Verarbeitung der frischen Blätter; Verwendung in Form seines salzsauren Salzes zur örtl. Schmerzbetäubung.

Kokardenerz, *Ringelerz*, Nebengesteinsbruchstücke in Erzgängen, die von Erzen (Bleiglanz und Zinkblende) und Gangarten (Kalkspat, Quarz) schalenförmig umkrustet sind.

Kokerei, Betrieb zur Gewinnung von → Koks und Gas durch trockene Destillation geeigneter Kohlen. Man bezeichnet die Verkokung bis etwa 600° C als *Tiefstempertemperatur-Verkokung* oder *Schwelung*, bis etwa 800° C als *Mitteltemperatur-Verkokung*, bis etwa 1000° C als *Hochtemperatur-Verkokung*. Für die Schwelung kommen als Ausgangsstoffe Kohlen mit hohem Anteil flüchtiger Substanzen und Kohlen schlechter Backfähigkeit in Betracht, für die Verkokung Kohlen günstigen Erweichungs- und Backvermögens, bes. die Fettkohlen.

Unter den Schwelverfahren unterscheidet man das *Spülgasverfahren* in Schachtöfen mit direkter und das *Heizflächenverfahren* in Schwelkammern mit indirekter Beheizung. Die Horizontalkammeröfen bei der Verkokung sind zu Batterieen und Gruppen vereinigt. In Groß-K. arbeiten mehrere hundert Einheiten mit Leistungen bis zu 10000 t Koks je Tag. Die Kohle wird in Vorkammern zusammengepreßt, von Koks-Drückmaschinen in Hauptkammern geschoben und nach Erhitzung und Absaugen der Gase in Löschtürmen abgebraust oder durch zirkulierende Kühlgase abgelöscht. Der entstehende Koks ist grobstückig, dicht und druckfest. Aus den Zersetzungsgasen wird durch mehrstufige Kühlung der Teer in Vorlagen abgeschieden, das Ammoniak unmittelbar mit Schwefelsäure oder indirekt durch Ausstreiben unter Kalkezusatz aus dem Gaswasser in Schwefelsäure abgefangen, das Benzol durch Absorption in Waschöl oder durch Adsorption an → Aktivkohle (*Benzolsorboverfahren*) oder Silikagel gewonnen. *Gaswasser* entsteht bei der Kühlung und Reinigung des Gases mit Wasser. Es enthält außer Ammoniak etwas Kohlendioxid, Schwefelwasserstoff und Blausäure. Das ankaffende *Starkgas* wird noch bis zu 50% für die Unterfeuerung der Koksöfen, ferner für die zecheneigenen Dampferzeugungsanlagen und angeschlossenen Energieverbraucher benutzt; nach zusätzlicher Reinigung von Schwefelwasserstoff und Naphthalin wird der Rest als Industrie- und Haushaltsgas (*Kokereigas*) abgegeben.



Zechenkokerei

Kokille, metallische Gußform, → Hartguß.

Kokon, die von der Raupe verschiedener Seiden-spinner gebildete eiförmige Hülle, → Seide.

Kokonverfahren, gegen Korrosion schützende Verpackung von Werkzeugen, Maschinen, Apparaten, Waffen u.dgl. durch Einkapseln in eine Kunststoffhülle, die mit einer Spritzpistole in Form eines freitragenden Netzwerks von Fäden hergestellt wird.

Kokosfaser, *Coir*, aus der Bastfaserschicht der Kokosnuß gewonnene, grobe, aber elastische und gegenüber Feuchtigkeit sehr widerstandsfähige Fruchtfaser von gelbbrauner Farbe, die für die Herstellung von Schiffstauen, Teppichen, Läufern, Matten und Bürsten verwendet wird.

Koks, hochwertiger Brennstoff, hochgradig reiner Kohlenstoff (70–91%), entsteht als Rückstand bei der trockenen Destillation (Entgasung) von Steinkohle. *Zeichen- oder Hütten-K.* wird durch Mittel- oder Hochtemperatur-Verkokung (800–1000° C) in Kokereien hergestellt und zum Erschmelzen des Eisens im Hochofen sowie als Rohstoff bei chem. Synthesen verwendet. → Kohle.

Kolben, 1) flaschen- oder becherförm. Glasgefäß.

2) **TECHNIK**: der im Zylinder der K.-Maschinen hin- und hergehende Teil, der die Druckkräfte unmittelbar aufnimmt. Arbeit wird vom oder am Gas oder einer Flüssigkeit im Zylinder durch die Druckkräfte des K. geleistet (Verbrennungsmotor, Dampfmaschine, Kompressor, Pumpe). Zur Abdichtung des K. dienen federnde, geschlitzte *K.-Ringe* oder Lederman-schetten. Übertragung der K.-Kräfte über den Kreuzkopf oder die Pleuellstange an die rotierende Kurbel, oder umgekehrt.

Bei Pumpen, Verdichtern und Dampfmaschinen wendet man *Scheiben-K.* an, bei Hochdruckpumpen *Plunger-K.* Für Verbrennungskraftmaschinen werden bei Großmotoren K. aus Gußeisen oder auch, wie bei kleineren Motoren, gegossene oder geschmiedete Leichtmetall-K. verwendet. In *Autothermik-K.* wirken eingegossene Stahlstreifen durch Bimetallwirkung mit dem sie umgebenden Aluminium einer zu großen Wärmeausdehnung des Kolbens entgegen. *Stufen-K.* für Hochdruckverdichter verdichten das Gas stufenweise.

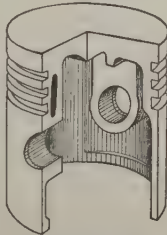
Kolk, durch Wasserwirbel oder -strömung im Flußgrund oder -ufer entstandene Ausbuchtung; häufig hinter Brückenpfeilern, Strombauwerken, Ufervorsprüngen u. dgl. Große K. entstehen im Fluß bei Eisversetzungen und bei Hochwasser sowie an Land bei Deichbrüchen.

Kollagen, Bindegewebsleim, ein Gerüsteiweiß (→ Eiweiß). Als *Ossein* tritt es auch im Knochen der Wirbeltiere auf, als *Elastin* im elast. Bindegewebe. K. geht bei langem Kochen mit Wasser in Leim (→ Glutin, → Gelatine) über.

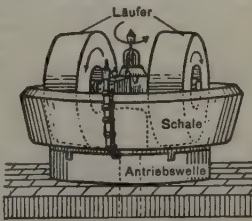
Kollektor, 1) *K.*, *Kommulator*, der aus Kupferlamellen mit Isolierstoffzwischenlagen zusammengesetzte Teil eines Gleichstromgenerators oder -motors oder eines Wechselstrom-Kollektormotors, an den die Enden der Wicklung angeschlossen sind und auf dem die Bürsten schleifen.

2) Sammelrinne, bes. im Köhler-schen Beleuch-tungsapparat zum Mikroskop.

Kollergang, Zerkleinerungs-maschine, bei der schwere Walzen (Läufer) auf einer waagerechten Bahn (*Mahlbahn*) abrol-



Kolben eines Ver-brennungsmotors (aufgeschnitten)



Kollergang

len und das auf die Bahn gebrachte Gut zerdrücken. Zum Abscheiden des Feinkorns ist die Mahlbahn von einer *Siebbahn* umgeben.

Kollimation, die Parallelität zweier Richtungen an einem Meßgerät. *K.-Fehler* müssen nach Größe und Lage genau bestimmt und bei jeder Messung berücksichtigt werden.

Kollimator, optisches Gerät, das Meßmarke oder Skala (Meß-K.), Spaltblende (*Spaltrohr* eines Spektralapparates) oder Lochblende (*künstlicher Stern*) mit Hilfe eines Objektivs nach Art der Fernrohr-objektive ins Unendliche abbildet.

kollinear, auf einer Geraden liegend. *Kollinea-tion*, eine Abbildung, bei der Punkte in Punkte, Ge-raden in Geraden usw. übergehen (→ Projektivität).

Kolloidum, eine Lösung von *K.-Wolle* (schwach nitrierter Zellulose) in Alkohol und Äther, eine sirupartige, schleimige, klare Flüssigkeit, die beim Verdunsten des Lösungsmittels ein durchsichtiges Häutchen zurückläßt. Verwendung: als Verschluss bei Hautwunden, zur Herstellung von Lacken, Filmen, Zelluloid, rauchlosem Pulver u. a.

K.-Emulsion ist eine photograph. Emulsion mit K. als Schutzkolloid und Bindemittel an Stelle von Gelatine. Sie wird in nassem Zustand gleich nach dem Vergießen belichtet.

Kolloide, meist leimartig fein verteilte Stoffe, → disperse Gebilde mit Teilchengrößen von 10^{-4} bis 10^{-7} cm. Die Größe der Teilchen kann elektronen-mikroskopisch, aus dem → Tyndalleffekt, der Sedi-mentationsgeschwindigkeit u. a. Verfahren bestimmt werden. Man unterscheidet gestreckte *Linear-K.* und kugelige *Sphäro-K.* Nach dem Aggregatzustand teilt man die K.-Systeme wie folgt ein:

Dispersionsmittel	Kolloidsystem	disperse Phase
gasförmig	flüssig	Aerosol (Nebel)
gasförmig	fest	Aerosol (Rauch)
flüssig	gasförmig	Schaum
flüssig	flüssig	Emulsoid
flüssig	fest	Suspensoid
fest	gasförmig	fester Schaum
fest	flüssig	fester Schaum
fest	fest	festes Sol

Die *Dispersoid-K.*, meist Emuloide und Suspen-soide (kolloidale Lösungen), enthalten kugelige Teilchen von 10^{-4} bis 10^{-7} cm Durchmesser; sie sind *lyophobic* (verbinden sich nicht mit dem Lösungs-mittel) und fließen durch Papierfilter; Beispiele: Emulsionen schwerer Öle, Metall-K. Bei *Mizelle-K.* (z. B. Seifenlösungen) sind die Teilchen langge-streckte Molekülaggregate (Mizellen), bei *Molekül-K.* einzelne Makromoleküle; Beispiele der letzteren sind Hämoglobin- und Kautschuklösungen. Mizelle- und Molekül-K. sind im allgemeinen *lyophil*, d. h. ihre Teilchen verbinden sich gern mit dem Lösungs-mittel. *Kolloidale Lösungen* stehen zwischen echten Lösungen und Suspensionen; sie zeigen im Gegen-satz zu echten Lösungen keinen osmot. Druck, keine Siedepunkterhöhung und Gefrierpunkterniedrigung. Je nach Lösungsmittel spricht man bei ihnen auch von *Hydrosolen* (Wasser), *Alkosolen* (Alkohol), *Organosolen* (organische Lösungsmittel). Gelöste K.-Teilchen tragen meist adsorbierte Ladungen, wes-halb sie elektrolitisch ausgeschieden werden können (Elektrophorese); sie setzen sich als *Gele* ab (Koagulation, Ausflockung). K., die das Ausflocken anderer verhindern, heißen *Schutz-K.*, z. B. Kasein, Dex-trin, Gelatine. Mit Schutz-K. versehene Metall-K. lassen sich austrocknen und gehen mit Wasser wie-der in Lösung (Kollargol, kolloidales Silber). Metall-K. entstehen durch Zerstößen von Metallen im Unterwasser-Lichtbogen. Gele, wie Eiweiß, Gummi, Leim, gehen durch einfaches Behandeln mit dem Dispersionsmittel in Lösung. Auch mit der *K.-Mühle* und mit Ultraschall ist kolloidale Zerteilung durchführbar. Der pflanzl. und tier. Körper enthält viele Wirkstoffe in kolloidaler Lösung.

Auch die Atmosphäre hat kolloidale Struktur, weil sie unter den Gasmolekülen verteilt zahlreiche kol-loidale Teilchen enthält, über dem Land etwa 2000

Kolloidgerbungsverfahren – Kometen

bis 20000 „Kerne“ in 1 cm³, die meisten elektrisch geladen (Ionen): Zusammenballungen von Molekülen, Rauchteilchen, Tröpfchen, feste Stoffe in feinsten Verteilung, Eiskriställchen, auch Pollen von Pflanzen. Die K.-Meteorologie hat sich mit diesen „Schwebeteilchen“ zu beschäftigen, weil sie wichtig sind für die → Kondensation des Wasserdampfes (Wolkenbildung), die Entstehung von Dunstschichten, die Durchstrahlung der Atmosphäre.

Kolloidchemisches Taschenbuch, hg. v. KUHNS (1960); E. MANEGOLD: Grundriß der Kolloidkunde (1959); J. STAUFF: Kolloidchemie (1960).

Kolloidgerbungsverfahren, photographische Kopierv Verfahren, bei denen Kolloide (Gelatine, Gummi arabicum, Leim, Kunststoffe) durch Licht und chemische Einflüsse in ihrer Quellbarkeit in kaltem oder ihrer Löslichkeit in heißem Wasser, entsprechend dem Negativ abgestuft, verändert werden. Beim „Entwickeln“ mit warmem Wasser entsteht im ersten Falle ein „Quellrelief“, im zweiten ein „Auswaschrelief“, die nach entspr. Einfärben direkt betrachtet oder als Matrize zum Abdruck auf eine andere Unterlage benutzt werden. Die K. werden heute in großem Umfange in der Filmtechnik und in der graphischen Technik, in kleinerem in der Photographie verwendet.

Kolophonium, das technisch wichtigste Naturharz, wird erhalten als Rückstand beim Abdestillieren von Terpentinöl aus Kiefern balsam (Balsamharz), durch Extraktion von Kiefern-Wurzelstöcken (Wurzelharz), sowie aus → Tallöl. Verwendung zur Herstellung von Seifen, Klebstoffen, zur Leimung von Papier, bei der Kautschukverarbeitung und vor allem für Lacke, Anstrichstoffe, Druckfarben und als Bogenharz für Streichinstrumente.

Kolorimetrie, 1) PHYSIKAL. CHEMIE: Bestimmung der Konzentration eines färbenden Stoffes in einer Lösung entweder durch Farbvergleich mit einer Lösung des gleichen Stoffes bekannter Konzentration (Vergleichs-K.) oder durch photomet. Bestimmung des Absorptionsgrades unter Benutzung von Eichkurven (Absolut-K.). Geeignete Meßgeräte heißen Kolorimeter.

G. KORTUM: K., Photometrie u. Spektrometrie (1962); B. LANGE: Kolorimetrische Analyse (1956).

2) ASTRONOMIE: der Vergleich von künstlich gefärbten Lichtquellen mit der Farbe der Gestirne zu deren Temperaturermittlung.

Kolumne, BUCHDRUCK: die fertigesetzte Seite.

Koluren, zwei durch die Himmelspole gelegte Großkreise. Der Solstitial-K. geht durch die Sonnenwendpunkte, der Äquinoktial-K. durch die Äquinoktialpunkte.

Koma, 1) ein → Abbildungsfehler. 2) die leuchtende Kernhülle eines → Kometen.

Kombinationsdruck, GRAPHIK: Bilderdruck in verschied. Drucktechniken, z.B. Zeichnung als Rasteliefdruck und Farben als Stein- oder Offsetdruck.

Kombinatorik, Kombinationslehre, ein Gebiet der Mathematik, in dem die Anzahl der verschiedenen möglichen Anordnungen gegebener Dinge oder Elemente untersucht wird. Man unterscheidet: 1) Permutationen (Vertauschungen) gegebener Dinge untereinander: bei drei Elementen a, b, c gibt es sechs Vertauschungen: $abc, acb, bac, bca, cab, cba$, bei n Elementen gibt es $n!$ (→ Fakultät) Permutationen; 2) Kombinationen, d.h. Zusammenstellungen von jeweils k der n gegebenen Elemente ohne Beachtung der Reihenfolge; z. B. aus a, b, c die Kombinationen ab, ac, bc . Dabei rechnet z. B. ba nicht als neue Kombination. Die Klassenzahl einer Kombination ist die obige Anzahl k , im Beispiel $k = 2$. Die Anzahl der möglichen Kombinationen aus n Elementen zur Klasse k beträgt

$$\binom{n}{k} = \frac{n(n-1) \dots (n-k+1)}{1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot k}$$

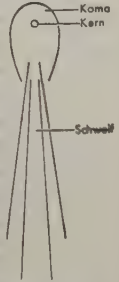
3) Variationen, eine Verbindung von 1) und 2). Die Variationen aus drei Elementen zur Klasse 2 werden z.B. erhalten, indem die drei Kombinationen des Beispiels unter 2) permutiert, also noch ba, ca, cb ,

außerdem aber auch noch die Variationen mit mehrfach auftretenden gleichen Elementen, hier also aa, bb, cc , hinzugefügt werden. Allgemein gibt es aus n Elementen zur Klassenzahl k n^k Variationen.

H. v. MANGOLDT u. K. KNOPF: Einf. in die höhere Math., I (1958).

Kometen, Haarsterne, Schweifsterne, meteorartige Körper, die sich meist in sehr exzentrischen, recht- oder rückläufigen Ellipsen verschiedenster Neigung gegen die Ekliptik um die Sonne bewegen. Nur wenige K. sind dem freien Auge sichtbar; die meisten erreichen maximale Gesamthelligkeiten von 6^m bis 10^m (→ Größenklasse) und sind als teleskop. K. nur mit Fernrohren zu sehen.

Man unterscheidet beim K. den Kern und die Koma, die zusammen den Kopf bilden, und den Schweif. Der Kern besteht aus einer Ansammlung von meteorartigen Körpern, deren Gesamtmasse bei großen K. etwa 10⁴ bis 10⁶, bei kleinen nicht selten nur 10¹⁰ der Erdmasse beträgt. Die größten Kerne haben einen Durchmesser von etwa 100 bis 1000, die kleinsten einen von nur wenigen km. Der Kern leuchtet hauptsächlich in reflektiertem Sonnenlicht. Bei Annäherung an die Sonne finden als Folge der intensiven Bestrahlung Ausbrüche leuchtender Gasmassen statt, die sich als Koma um ihn legen. Die Koma, die im allg. 90 % des Lichtes liefert, hat bei kleinen K. einen Durchmesser von 20000 km und kann bei großen K. bis zu 600000 km anwachsen. Sie verkleinert sich in der Nähe des Perihels und kann in ihrer Helligkeit plötzlichen Schwankungen unterliegen, die mit den Sonnenflecken zusammenhängen. Die Dichte in der Koma dürfte von der



Komet: schematische Darstellung seiner drei Bestandteile

BEKANNTERE PERIODISCHE KOMETEN

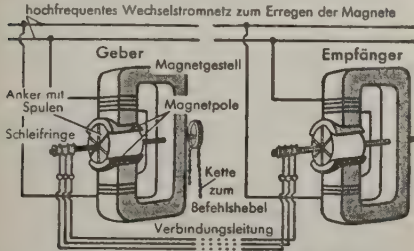
Name	Periode Jahre	nächste Wiederkehr	bisher. Erschein.
Encke	3,3	1954	43
Tempel 2	5,3	1956	12
Pons-Winnecke	6,1	1957	15
Kopff	6,2	1957	7
Giacobini-Zinner	6,6	1959	7
Biela A	6,6	—	6
d'Arrest	6,7	1956	10
Daniel	6,8	1957	4
Brooks 2	7,0	1960	9
Faye	7,4	1962	14
Oterma	7,9	jedes Jahr	—
Wolf 1	8,3	1958	9
Schwassmann-Wachmann 1	16,1	jedes Jahr	—
Crommelin	27,9	1956	4
Pons-Brooks	71,6	1956	2
Olbers	72,4	1956	2
Halley	76,0	1986	30
Herschel-Rigollet ...	156,0	2095	2

Ordnung 10⁴ bis 10⁶ Moleküle/cm³ sein. — Nur wenige K. entwickeln einen Schweif, der vornehmlich dadurch entsteht, daß die leuchtenden Moleküle durch den Strahlungsdruck der Sonne vom K.-Kern fortgetrieben werden. Daher ist er immer von der Sonne abgewandt. Die Dichte im Schweif ist so gering, daß selbst bei einer Berührung mit der Erde nichts von ihm zu spüren ist (Hallescher K. am 19. 5. 1910). Die großen K. erreichen Schweife von 3 × 10⁶ km, die meisten K. aber nur von höchstens 10⁶ bis 10⁷ km Länge.

Der Kometensucher ist ein Fernrohr mit verhältnismäßig großem Objektiv (10–15 cm) und kurzer Brennweite (0,5–1 m), das bei weitem Gesichtsfeld und großer Lichtstärke das Auffinden lichtschwacher, ausgedehnter Himmelsobjekte ermöglicht.

K. WURM: Die K. (1954).

Kommandogerät, 1) Rechen- und Steuergerät bei Geschützen, bes. in der Flugabwehr; Sonderform einer → Integrieranlage für Differentialgleichungen. Auf Grund des laufend beobachteten Ziels und der vorausberechneten Flugbahn des Geschosses bestimmt das K. selbstständig die einzustellende Richtung und den Abfeuerzeitpunkt des Geschützes.



Kommandogerät: Schaltenschema

2) elektr. Zeigertelegraph, bei dem die jeweils zuletzt gegebene Nachricht sichtbar bleibt; benutzt als Maschinentelegraph, zur Fernanzeige der Ruderrichtung bei Schiffen, der Stellung von Schleusentoren, Drehbrücken, Wasserstandsmeldern u. a.

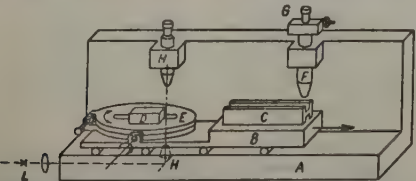
kommuizierende Röhren

, untereinander verbundene mit Flüssigkeit gefüllte Röhren oder Gefäße. Die Flüssigkeit stellt sich in allen Röhren gleich hoch ein. Abweichungen können Folge der → Kapillarität sein.

Kommotation, der Winkel zwischen den beiden von der Sonne nach der Erde und nach einem anderen Planeten gezogenen Linien.

kommutativ, MATHEMATIK: vertauschbar. Das **Kommutativgesetz** ist die für das Rechnen mit gewöhnl. (reellen) und komplexen Zahlen gültige Regel, daß man bei Addition und Multiplikation die Reihenfolge vertauschen kann, z.B. $3 + 7 = 7 + 3$ und $3 \cdot 7 = 7 \cdot 3$. Beim Rechnen in allgemeineren Bereichen braucht dieses Gesetz nicht mehr erfüllt zu sein, z.B. bei der Multiplikation in manchen Gruppen, in Schiefkörpern und bei Matrizenringen. Die Multiplikation **ab** ist dabei kommutativ, wenn $ab = ba$, **antikommutativ**, wenn $ab = -ba$ ist.

Kommutator, anderer Name für → Kollektor.
Komparator, 1) Gerät zur genauen Längenmessung (Abstand von Spektrallinien, von Sternen auf photograph. Platten, Messungen in der Feinmeßtechnik). Der **Longitudinal-K.** besteht aus dem Meßschlitten, auf dem Meßstück und Maßstab in der

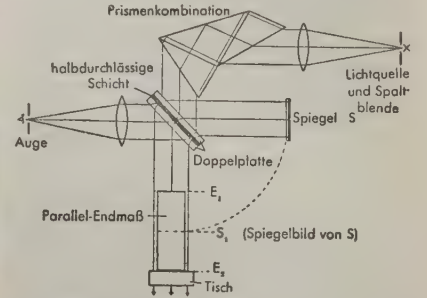


Komparator: Schema eines Longitudinal-Komparators; A Schlittenbett, B Schlitten, C Vergleichsmaßstab, D Prüfling, E Dreh- und Kippstischchen, F und H Meßmikroskope, G Feinmeßokular, L Lichtquelle (Leitz).

Meßrichtung hintereinanderliegen (Abbesches K.-Prinzip), und zwei Meßmikroskopen in festem Abstand. Zur Messung wird das eine Mikroskop nacheinander auf Anfang und Ende der Meßstrecke eingestellt, mit dem anderen jeweils der Maßstab abgelesen. Beim **Transversal-K.** werden beide Mikro-

skope auf Anfang und Ende des Prüflings eingestellt, der dann gegen den Maßstab ausgetauscht wird.

Der Aufbau des **Interferenz-K.** ist vom Michelsonschen → Interferometer abgeleitet. Zum Messen wird ein Parallel-Endmaß auf einen genau planen



Interferenz-Komparator: das Bild des Spaltes gelangt 1. vom Spiegel S und 2. von beiden Endflächen E_1 und E_2 des Parallel-Endmaßes zum Auge. Zwischen S_1 und E_1 oder E_2 besteht je eine Gangdifferenz, die bei leichter Neigung von S durch Interferenz sichtbar gemacht wird (2 Streifensysteme).

Tisch so aufgeschoben, daß molekulare Haftkräfte wirksam werden und kein Zwischenraum bleibt; man sieht dann Interferenzstreifen von der Oberfläche des Parallel-Endmaßes und vom Tisch nebeneinander. Aus dem relativen Querabstand der beiden Streifensysteme für spektrales Licht verschiedener geeigneter Wellenlängen, z. B. des Kadmiums oder Heliums, und dem ungefähren Maß der Meßlänge kann diese auf $0,01 \mu$ genau bestimmt werden.

2) der → Kompensator.

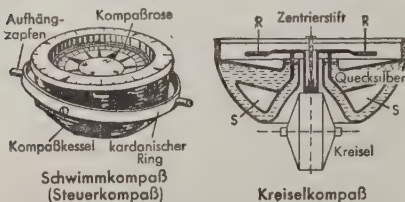
Kompaß, 1) Instrument zum Bestimmen der Himmelsrichtung. Der **Magnet-K.** beruht auf der vom → Erdmagnetismus ausgehenden, auf einen Magneten ausgeübten Richtkraft, die die **Magnetnadel** überall auf der Erde in den magnet. Meridian einstellt. Bei kleineren K. spielt die auf einer Pinne sitzende Nadel über einem Zifferblatt, bei größeren K. sind meist mehrere Nadeln parallel an der Unterseite der K.-Rose angebracht, die sich auf einer Pinne drehend selbst in den magnet. Meridian einstellt. Beim **Schwimm-K.** ist die Rose innerhalb des K.-Kessels als Schwimmkörper gebaut, der in einem Wasser-Alkohol-Gemisch mit nur geringem Auflagedruck auf der Pinne ruht. Auf Schiffen wird der K.-Kessel kardanisch in einem K.-Haus aufgehängt.

Steuer-K. werden zum Kurshalten, **Peil-K.** zur Ortsbestimmung verwendet. Auf Schiffen wird oft ein **Regel-K.** aufgestellt zur Überwachung der vom Schiffsmagnetismus stärker beeinflussten K. an den Steuer- und Peilstellen. **Peil-K.** erhalten einen Peilaufsatz, durch den unmittelbar oder mit Zielfernrohr das Objekt anvisiert und die Peilung von der K.-Rose durch Spiegelung abgelesen wird. Größere Flugzeuge haben als Steuer-K. gewöhnlich einen **Fern-K.** Dieser besteht aus einem Mutter-K., dem vom Flugzeugführer zu beobachtenden Kursgeber und dem Kurszeiger, der vom Mutter-K. pneumatisch oder elektrisch gesteuert wird.

Der **Kreisel-K.** beruht darauf, daß ein schnell rotierender → Kreisel seine Impulsachse im Raum beibehält. Die Drehachse des mit etwa 20000 Umdrehungen/min laufenden K.-Kreisel kann sich durch schwimmende Aufhängung nur innerhalb einer Horizontalebene bewegen. Während diese durch die Erddrehung aus ihrer Lage im Raum gekippt wird, versucht die Drehachse entsprechend den Kreiselgesetzen auszuweichen, kann sich aber in ihrer Horizontalebene nur in Richtung des geograph. Meridians einstellen. Störungen, die aus Schlingerbewegungen des Schiffes entstehen können, werden durch Verwendung mehrerer Kreisel in einem System sowie dadurch verhindert, daß der

kompatibel – komplexe Zahlen

Kreisel-K. (Mutter-K.) an einer möglichst ruhigen Stelle im Innern des Schiffes aufgestellt wird. Von hier aus werden elektr. Übertragungen zu Tochter-K. im Steuerstand, Kartenhaus usw. geführt. Die



Kompaß: links Schwimmpompe (Steuerkompaß); rechts Kreiselkompaß; R Kompaßrose, S Schwimmring.

Tochter-K. tragen zusätzlich eine 10°-Innenrose, die sich bei einer Drehung der Hauptrose um 10° einmal um sich selbst dreht und somit ein sehr genaues Steuern ermöglicht. Eine gewisse Ablenkung des Kreisel-K. wird nur durch die Fahrgeschwindigkeit verursacht; der entstehende *Fahrtfehler* ist auf N-S-Kurs am größten, auf O-W-Kurs Null; er wächst mit der Geschwindigkeit und in höheren Breiten. In der Nähe der geograph. Pole liefert der Kreisel-K. wegen fehlender Richtkraft keine Anzeige.

Der *Astro-K.* dient der Navigation in polnahen Gebieten, in denen ein magnetischer oder ein Kreisel-K. keine brauchbaren Angaben mehr liefern. Durch Peilen eines sichtbaren Gestirns, dessen astronom. Werte am Gerät eingestellt werden, findet man die geograph. Nordrichtung, auf die der die Nordrichtung nur haltende – nicht suchende – Kurskreisel berichtigt wird.

Der *Pfund-K.* ermöglicht in polnahen Gebieten die Bestimmung des Azimuts der Sonne, auch wenn diese unter dem Horizont steht, über deren polarisiertes Licht am Himmel, das in einer Ebene senkrecht zum Sonnenstrahl und damit zur Verbindungslinie Sonne-Beobachter schwingt.

Elektronen-K., → Elektronengeräte.

2) Sternbild des südl. Himmels.

kompatibel, vereinbar, zusammenpassend. Stereophonie- und Farberfahrsysteme müssen k. sein. Dann kann bei der Stereophonie eine zweikanalige Darbietung mit einem einkanalen Empfänger oder umgekehrt abgehört werden (Stereo-Schallplatten nur mit Stereo-Tonabnehmer), und eine Farberfahrschaltung kann mit einem Empfänger für Schwarzweißfernsehen oder umgekehrt wieder gegeben werden.

Kompodium, FILM: Vorrichtung, die verhindert, daß seitlich Licht (Streulicht) auf die Objektiven photograph. Kameras fällt, bes. bei Gegenlichtaufnahmen und im Atelierbetrieb; das K. wird meist als trichterförmiger Vorsatzkörper so vor dem Objektiv angebracht, daß das Streulicht abgehalten, jedoch die Einstellmöglichkeit und Auswechselbarkeit der Objektive nicht beeinträchtigt wird. K. dienen ferner zur Fassung und Halterung von Filtern, Softscheiben, Masken und ähnlichen Einrichtungen.

Kompensation, Ausgleichung durch Gegenwirkung, als *K.-Methode* in der Meßtechnik oft verwandt. Beim *Kompensographen*, einem Schreibgerät für kleine Spannungen und Ströme, die das für die Meßsysteme nötige Drehmoment nicht aufbringen, führt ein Motor das Aufzeichnungsorgan über das Papier, ohne daß es schreibt und bewegt dabei gleichzeitig den Schleifer eines Widerstandes. Ist gegen eine Normspannung abgeglichen, so steht der Motor still, und der Meßwert wird aufgezeichnet.

Kompensationskammer, zwei gegeneinander geschaltete Ionisationskammern, von denen die eine eine borhaltige Schicht trägt. Mit ihr läßt sich der reine Neutronenstrom bestimmen, der durch die Borschicht geht, da sich die von Gammastrahlen herrührenden Stromanteile gegenseitig aufheben.

Kompensator, 1) auch *Komparator*, ein optisches

Gerät, das eine Meßgröße, z.B. elektr. Spannung oder Lichtintensität, mit einer bekannten Standardgröße vergleicht. Der *Jaminische Platten-K.* besteht aus 2 planparallelen Platten, die in einem verstellbaren Winkel und drehbar angeordnet sind und in die beiden Strahlengänge eines Interferenz-Refraktometers eingeschaltet werden. Er dient zur Bestimmung des opt. Wegunterschiedes der beiden Strahlengänge. Der *Soleilsche Keil-K.* zur Kompensation der Drehung der Polarisationssebene des Lichts besteht aus einer rechtsdrehenden parallelen Quarzplatte und zwei linksdrehenden Quarzkeilen. In der Nullstellung heben sich die Wirkungen auf.

2) bei Rohrleitungen ein Leitungsstück, das Längenänderungen der Leitung, z.B. bei Temperaturschwankungen, durch elast. Deformation aufnimmt und damit unzulässige Materialbeanspruchungen in der Rohrleitung verhindert. Gebräuchlichste Ausführungsformen: *Linsen-K., Schleifen-K. (Lyra-Rohr), Wellenrohr-K.*

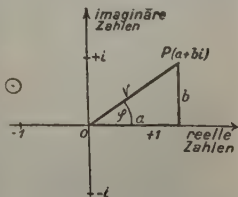
Komplementärfarbe, Ergänzungsfarbe, der Farbreiz (→ Farbe), der einen gegebenen anderen zu Weiß ergänzt.

Komplementarität, die für die Quantentheorie kennzeichnende Tatsache, daß die mikrophysikal. Gebilde verschiedene „Seiten“ haben, die auf keine Weise gleichzeitig einer messenden Beobachtung unterworfen werden können (BOHR). Die Beobachtung z.B. eines Elektrons als Welle erfordert bestimmte Beobachtungsinstrumente (z.B. eine magnet. Spaltblende), die die gleichzeitige Anwendung derjenigen Instrumente grundsätzlich ausschließen, die für die Beobachtung des Elektrons als Teilchen erforderlich wären (z.B. Nebelkammer). Jede wirklich durchgeführte Beobachtung liefert also ein in sich widerspruchsfreies Ergebnis. Die in der Mikrophysik festzustellende Auflockerung der → Kausalität hängt hiermit unlöslich zusammen. Man hat versucht, den Begriff der K. auf biologische (N. BOHR) und psychologische (P. JORDAN) Probleme zu übertragen. Nach REICHENBACH sind mit der K. logische Probleme gegeben, die nur mit den Mitteln eines dreiwertigen Logikkalküls zu lösen sind.

H. REICHENBACH: *Philosoph. Grundlagen der Quantenmechanik* (1949); W. HEISENBERG: *Wandlungen in den Grundlagen der Naturwiss.* (1959); P. JORDAN: *Atom und Weltall* (1960).

Komplementwinkel, Komplementbogen, ein Winkel oder Bogen, der einen gegebenen zu 90° ergänzt.

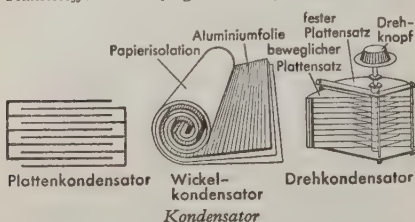
komplexe Zahlen, Erweiterung der reellen Zahlen, nach heutiger Auffassung *Zahlenpaare* (a, γ) mit folgenden Additions- und Multiplikationsdefinitionen: $(a, \gamma) + (a', \gamma') = (a + a', \gamma + \gamma')$ und $(a, \gamma) \cdot (a', \gamma') = (aa' - \gamma\gamma', a\gamma' + a'\gamma)$. Die reellen Zahlen selbst lassen sich in diese Paare einbetten als Paare $(a, 0)$; an deren Seite treten die *imaginären Zahlen* $(0, \gamma)$. Bezeichnet, im Gegensatz zur reellen Einheit $(1, 0)$, das Symbol i die imaginäre Einheit $(0, 1)$, so läßt sich jedes Paar in der Form $a + bi$ schreiben, wobei a und b die Gestalt $(a, 0)$ und $(0, 1)$ haben, also reellen Zahlen entsprechen. Die Addition und Multiplikation der komplexen Zahlen ist dabei so definiert, daß die Quadratwurzeln der „negativen Zahlen“ $(-a, 0)$ als komplexe Zahlen existieren, z.B. $\sqrt{-1} = 0 + 1 \cdot i$, und daß sogar jede algebraische Gleichung mit komplexen Koeffizienten eine Lösung besitzt. $a - bi$ ist die zu $a + bi$ konjugiert komplexe Zahl, ihr Produkt $a^2 + b^2$ mit $a + bi$ ist die Norm von $a + bi$. Legt man in der



Darstellung einer komplexen Zahl $a + bi$ in der Gaußschen Zahlenebene

Kondensatorkammer – Konoid

funkempfindlicher angewendet. Der *Keranik-K.* wird in der Funktechnik wegen seiner geringen Verluste und hohen Kapazitätskonstanz verwendet. Der *Kunststoffolien-K.* (abgek. Kf-K.) enthält als Di-



elektrikum eine Kunststoffolie (Polystyrol) und hat geringe Verluste und einen negativen Temperaturkoeffizienten. Der meist als geschichteter K. ausgebildete *Glimmer-K.* hält hohe Spannungen aus und wird im Senderbau verwendet.

Veränderliche (einstellbare) K. sind meist *Dreh-K.*, bei denen ein bewegl. Plattenatz gegen einen festen gedreht wird, seltener *Quetsch-K.*, bei denen der Abstand der Metallbeläge geändert wird. *Trimmer-K.* (*Trimmer*) sind einstellbare K. kleiner Kapazität (z.B. 10 pF) zum Abgleichen von Schwingungskreisen.

2) Vorrichtung zum Niederschlagen des aus der Dampfmaschine oder Dampfturbine austretenden Abdampfes, besteht als *Oberflächen-K.* aus einem zylindr. Kessel mit Kühlwasserrohren, auf denen sich der Dampf niederschlägt. Beim *Einspritz-K.* für Kolbendampfmaschinen wird der Abdampf durch eingespritztes Wasser niedergeschlagen.

Kondensatorkammer, kleine → Ionisationskammer zur Dosismessung radioaktiver Strahlung aus zwei gegenüberstehenden gegenüber einer gut isolierten Platten, die gleichzeitig eine Ionisationskammer und einen Kondensator darstellen. K. in Füllfederhalterform mit eingebautem Elektrometer dienen zur täglichen Überwachung der Strahlenbelastung von Personen, die mit radioaktiven Substanzen umgehen.

Kondensor, ein Beleuchtungssystem in opt. Geräten aus einer oder mehreren, oft asphär. Sammellinsen oder Spiegelflächen (BILD Bildwerfer, → Mikroskop).

konditionieren, Bestimmung des legalen Handlungswertes der Faserstoffe durch Austrocknen der Proben bei 105 bis 110°C und Zuschlag der handelsüb. Normalfeuchtigkeit (Reprise), die bei Baumwolle 8,5 %, Flachs und Hanf 12,0 %, Kammgarn 18,25 %, Streichgarn 17,0 %, Seide, Reyon und Cupro 11,0 %, Azetat 6,0 und Perlon 4,5 % beträgt.

Konduktanz, Wirkwert, der Kehrwert der Resistanz, → Widerstand.

Konduktometrie, ANALYT. CHEMIE: die Verfolgung von Reaktionsabläufen in Lösungen durch Messen der Leitfähigkeit, die sich mit der Konzentration freier Ionen ändert. Anwendung z. B. bei Neutralisations- oder Leitfähigkeitstitrationen.

Konduktor, isoliert aufgestellte Metallkugel, bei elektrost. Versuchen früher viel benutzte Form eines → Kondensators.

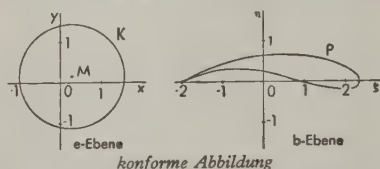
Konfiguration, 1) dasselbe wie → Aspekt.

2) **Konstitution, chemische Struktur**, die räuml. Anordnung der Atome innerhalb eines Moleküls oder in einem Kristallgitter; kann häufig in den Strukturformeln bildlich dargestellt werden (→ Chemie).

Konformationsanalyse, die Analyse des räuml. Ablaufs organisch-chemischer Reaktionen.

konforme Abbildung, Abbildung eines Gebietes in einer Ebene auf ein anderes, bei der zwar die Winkel zwischen zwei Richtungen, aber im allgem. nicht die Abstände je zweier Punkte erhalten bleiben (im kleinen ähnlich). Die k.A. werden vermittelt durch die differenzierbaren Funktionen einer komplexen Variablen. Sie spielen z.B. in den Theorien des Elektromagnetismus und der Strömungen und

in der Kartographie eine wichtige Rolle. Beispiel aus der Strömungslehre: Bei der k. A. durch die Funktion $b = e + i/e$, in der $e = x + iy$ die Variable der einen,



$b = \zeta + i\eta$ die der anderen Ebene bedeutet, verwandelt sich der Kreis K mit dem Punkt M in der e-Ebene in das Tragfeldprofil P in der b-Ebene (BILD).

Konglomerate, Sedimentgesteine aus Geröllen, die durch ein Bindemittel (Kalk, Kieselsäure) verkittet sind; *Nagelfluh* enthält meist Kalksteingeröll. *Brekzien* oder *Breschen* bestehen aus eckigen Gesteinsbruchstücken, *Grauwacken* bilden den Übergang zu Sandsteinen und enthalten neben Quarzkörnern Schiefer Splinter.

Kongofarbstoffe, Bisdiazofarbstoffe aus Benzidin und 1-Aminonaphthalin-4-sulfosäuren. Das *Kongorot* färbt sich, mit Säuren betupft, blau und wird als Indikator benutzt (*Kongopapier*).

Kongruenz, 1) GEOMETRIE: die völlige Übereinstimmung zweier Figuren in Größe und Gestalt; Zeichen: $\cong$. Figuren sind kongruent, wenn sie sich durch eine Bewegung ineinander überführen lassen.

2) ALGEBRA: → Klasse.

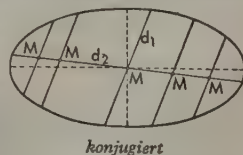
Königinmetall, Engestium, eine Zinn-Antimon-Legierung mit 80 oder 88,5 % Zinn, 16 oder 8 % Antimon, 4 oder 3,5 % Kupfer; Lagermetall.

Königswasser, Scheidewasser, ist ein Gemenge von drei Teilen konzentrierter Salzsäure mit einem Teil konzentrierter Salpetersäure, löst infolge seines Gehaltes an freiem Chlor und Nitrosylchlorid (NOCl) Gold und Platin auf.

Konimeter, Meßgerät zum Feststellen des Staubgehaltes der Luft. Eine Luftmenge von 2,5 oder 5 cm³ bei höherem oder 150 cm³ bei geringem Staubgehalt wird durch eine pneumat. Kammer oder Handkolbenpumpe über eine Düse an einer drehbaren Objektscheibe vorbeigesaugt. Auf der mit Gummiglycerin bestrichenen Glasplatte schlägt sich der Staub nieder. Die bestäubte Stelle wird unter dem Mikroskop auf Anzahl und Größe der Staubteilchen gemessen. → Kondensation.

konisch, kegelförmig.

konjugiert, 1) GEOMETRIE: zeichnet man die zu einem Durchmesser d_1 eines Kegelschnitts parallelen Sehnen, so liegen deren Mittelpunkte M wieder auf einem Durchmesser d_2 , dem zu dem ersten k. Durchmesser des Kegelschnitts. 2) ANALYSE: → komplexe Zahlen. 3) ALGEBRA: sämtliche Wurzeln einer irreduziblen algebraischen Gleichung heißen zueinander k.



Konjunktion, → Aspekt.

konkav, hohl, nach innen gekrümmt; bes. die brechenden Flächen von Linsen und reflektierenden Flächen von Spiegeln; Gegensatz → konvex.

konkordant heißt die gleichförmige, ungestörte Auflagerung von Schicht- und Gesteinspaketen. Gegensatz: diskordant.

Konkordanz, Längenmaß des typographischen Maßsystems; eine K. = 4 Cicero = 48 typograph. Punkte (p) = 18,05 mm.

Konkretion, unregelmäßiges, knollig-kugeliges und bizarr geformtes Gebilde, durch Anlagerung von Mineralsubstanz aus übersättigten diffundierenden Lösungen an einen Reizern entstanden, z. B. Feuersteine und Pyritknollen der Kreide.

Konoid, eine Kegelfläche, deren Geraden einer

festen Ebene parallel sind und eine feste Gerade (Leitlinie) schneiden.

konservative Kräfte wirken dann auf ein mechan. System, wenn es in jeder Lage eine zeitunabhängige potentielle $\rightarrow$ Energie besitzt. In solchen *konservativen Systemen* ist die Gesamtenergie, die Summe von kinet. und potentieller Energie, zeitlich konstant.

Konservierung, Haltbarmachen vergänglicher Dinge. **LEBENSMITTEL** verderben durch biochem. oder rein chem. Reaktionen, die sich im Laufe der Zeit in ihnen abspielen und sie schließlich ungenießbar machen. Das Verderben auf biochem. Wege ist meist auf die Tätigkeit von Kleinlebewesen (Bakterien, Hefen, Schimmelpilzen) zurückzuführen, oft aber auch auf Enzyme des Lebensmittels selbst, die nicht selten sogar noch nach der Zubereitung Aktivität besitzen können. Am rein chem. Verderben ist wesentlich der Luftsauerstoff beteiligt, der z. B. das Ranzigwerden der Fette verursacht und dessen Reaktionsfähigkeit durch Licht und Wärme gesteigert wird. Es können aber auch Bestandteile der Lebensmittel, wie Eiweiß und Zucker, miteinander reagieren und unerwünschte Veränderungen herbeiführen (Braunwerden von Dörrgemüse, Trockenmilch, Trockenobst u. dgl.). Mit der K. oder Herstellung von *Konserven* sucht man die Kleinlebewesen abzutöten oder ihre Entwicklung zu hemmen und Neu-Infektionen zu vermeiden, indem man die Konserven, luftdicht verschlossen, bei niedriger Temperatur (Herabsetzen der Reaktionsgeschwindigkeit) lagert. Die Entwicklung von Kleinlebewesen wird gehemmt durch *Verringerung des Wassergehalts*, *Einsalzen* oder *Zuckern*, *Säurezusatz*, *Räuchern*, *Lagern in der Kälte* ($\rightarrow$ Gefrieren) und *chemische K.* (*Konservierungsmittel*). Als K.-Mittel sind zugelassen: Benzoesäure, Ester der p-Oxybenzoesäure, Ameisensäure, Hexamethylentetramin, Borsäure, Wasserstoffperoxid und schweflige Säure. Die Unschädlichkeit der im Haushalt viel verwendeten Salizylsäure ist umstritten. Die chemische K. ist auf bestimmte Lebensmittel beschränkt und für Brot, Fleisch und Fleischwaren, Milch, Butter u. a. verboten. Chem. K.-Mittel sind auch die *Antioxydantien*, die z. Z. in den USA zur Verhinderung des Ranzigwerdens von Fetten benutzt werden. ($\rightarrow$ pasteurisieren, $\rightarrow$ Sterilisation, $\rightarrow$ Gefriertrocknung)

Konsistenz, die durchgängige Beschaffenheit eines Stoffes (z. B. spröde, breiige K.). *konsistent*, fest, dicht, haltbar.

Konstantan, Nickel-Kupferlegierung mit hohem Widerstand und außerordentlich geringem Temperaturkoeffizienten, wird für elektr. Widerstände in Heiz-, Regel-, Meßgeräten und Anlässen verwendet.

Konstante, unveränderliche Größe, Festwert. $\rightarrow$ physikalische Konstanten.

Konstellation, **ASTRONOMIE**: die gegenseitige Stellung der Himmelskörper zueinander, bei den Fixsternen in Form der Sternbilder, spielt in der Chronologie, wo aus bemerkenswerten, überlieferten K. der Zeitpunkt von weit zurückreichenden histor. Ereignissen berechnet werden kann, eine Rolle.

Konstitution, $\rightarrow$ Konfiguration; oft unter Berücksichtigung der chem. Bindungsverhältnisse. *Konstitutionsformel*, *Strukturformel*, $\rightarrow$ Chemie.

Konstruktion, 1) **TECHNIK**: die Zusammensetzung der einzelnen Teile eines Bauwerks, einer Maschine, eines Gerätes u. dgl., ihr Aufbau zu einem Ganzen, auch die Formgebung im einzelnen. Maßgebend ist die vom *Konstrukteur* entwickelte *K.-Zeichnung*. Aus ihr werden die *Werkzeichnungen* und nach diesen die einzelnen Teile in der Werkstatt hergestellt.

2) **MATHEMATIK**: a) **GEOMETRIE**: das Zeichnen von Punkten und Kurven mit vorgeschriebenen Eigenschaften, z. B. die K. eines Dreiecks aus einer Seite und den beiden anliegenden Winkeln. *K. mit Lineal und Zirkel* $\rightarrow$ Galois-Theorie. b) **GRUNDLAGENFORSCHUNG DER MATHEMATIK**: ein $\rightarrow$ Existenzbeweis nach angebbaren Regeln in endlich vielen Schritten.

Kontakt, 1) **ELEKTROTECHNIK**: das Sichberühren stromführender Teile, in der Regel zur Herstellung einer stromleitenden Verbindung, z. B. in Schaltern und Steckern durch K.-Federn aus federnden Metallstreifen. Auch die zur Berührung bestimmten (Metall- oder Kohle-) Teile selbst (Steckerstifte, Drahtenden usw.) werden K., auch K.-Pole, genannt. Als besondere Formen unterscheidet man z. B. Schleif-, Roll-, Druck-, Flüssigkeits-K.

2) **CHEMIE**: $\rightarrow$ Katalyse.

Kontaktgesteine, durch *Kontaktmetamorphose*, d. h. durch Berührung mit einem Magmaeufuß umgewandelte Gesteine. Durch Wärmeeinfluß können Kornvergrößerung der Mineralien, Verglasung und bes. bei Ton- und Kalkgesteinen Mineralumwandlungen bewirkt werden; dabei entstehen Hornfelse und Schiefer, in Kalken Kalkgranate, Wollastonit, Pyroxene, dunkler Glimmer. Noch umfangreicher ist die Mineralneubildung, wenn das Magma Dämpfe und Gase mitführt (*Kontaktpneumatolyse*), wobei zur Auffüllung von Erzlagern kommen kann.

Kontaktgift, 1) Stoff, der schon in kleiner Menge und Konzentration katalytische oder fermentative Vorgänge unterbindet; z. B. hebt Arsen die katalyt. Wirkung von Platin, Schwefel die von Eisen völlig auf.

2) Giftstoff, der ein Lebewesen durch bloße Berührung schädigt oder tötet, z. B. $\rightarrow$ Insektizide wie $\rightarrow$ DDT, Hexachlorzyklohexan.

Kontaktharze, Kunstharze, die als Bindemittel für Schichtstoffe auch ohne besondere Druckanwendung verarbeitet werden können.

Kontaktinstrument, elektr. Meßinstrument, dessen Zeiger bei Erreichen eines bestimmten einstellbaren Meßwertes Kontakt gibt, um z. B. Leuchtzeichen oder Zähl- und Schaltvorgänge auszulösen; meist nach dem $\rightarrow$ Fallbügelprinzip ausgeführt.

Kontaktmetamorphose, $\rightarrow$ Kontaktgesteine.

Kontamination, **Kernenergie-technik**: Verunreinigung durch radioaktive Stoffe; auch Vergiftung von Spaltstoffen durch Spaltprodukte.

kontern, **STEIN-** und **OFFSETDRUCK**: ein Druckbild umkehren; z. B. wird eine auf Umdruckpapier leserichtig abgedruckte Schrift oder Abbildung durch Abziehen auf ein anderes Blatt Umdruckpapier seitenverkehrt gestellt (gekontert), damit sie beim Auflagedruck richtig steht.

Kontinuum, **MATHEMATIK**: ursprüngl. die Menge aller Punkte einer Geraden; da jedem Punkt eine reelle Zahl zugeordnet werden kann (*Cantor-Dedekindsches Axiom*), versteht man unter K. auch die Menge aller reellen Zahlen. Das K. ist $\rightarrow$ stetig und nicht abzählbar ($\rightarrow$ Menge). Die vollständ. Beschreibung der Eigenschaften des K. ist noch Gegenstand der Mengenlehre und der mathem. Grundlagenforschung.

Kontraktion, **Zusammenziehung**, z. B. die Schrumpfung von verfestigten Gesteinen, in Eruptivgesteinen durch Abkühlung, in Schichtgesteinen durch Austrocknung, oder in der **ASTROPHYSIK**: Schrumpfung der Himmelskörper durch Abkühlung.

Kontraktorbeton, ein unter Wasser geschütteter Beton, der mit einem Trichter von einem Ort über der Wasseroberfläche bis in den bereits geschütteten Beton eingebracht wird.

Kontrast, **OPTIK**: Beeinflussung der Farbempfindung und des Helligkeitseindrucks durch die gleichzeitige verschiedenartige Erregung benachbarter Netzhautstellen (*gleichzeitiger K.*, *Simultan-K.*) oder durch eine vorangegangene Erregung der gleichen Netzhautstelle (*Nachbild*, *Sukzessiv-K.*).

Kontrastautomatik, *Helligkeitsautomatik*, eine Schaltung im Fernsehempfänger, die bei Veränderung der Kontrasteinstellung auf dem Bildschirm die minimale Helligkeit, den Schwarzwert, konstant hält.

Kontrolller, *Fahrshalter*, Schaltwalze am Fahrerstand eines elektrisch betriebenen Fahrzeugs, mit Hand- oder Fußantrieb, zur Regelung von Fahrtrichtung, Zugkraft und Geschwindigkeit.

Kontrolluhr, Gerät zur Anzeige oder Aufzeichnung von Zeitpunkten und Zeitdauern, bes. bei

Konus - Kopernikanisches System

Arbeitsvorgängen. - **Arbeitszeit-K.** bestehen aus einem Uhrwerk in Verbindung mit einer Typendruckeinrichtung. Nach Einstecken einer Kontrollkarte in einen Trichter wird die Zeit aufgedruckt. Bei modernen K. wird die Druckeinrichtung beim Einstecken der Karte selbsttätig ausgelöst. **Zeitrechner** sind ähnlich gebaut und dienen der Ermittlung von Zeitdauern für Teilarbeiten zur Lohnberechnung. Die **Arbeitschauhr** gestattet die zeitliche Verfolgung von Teilarbeitsvorgängen. **Wächter-K.** ermöglichen die Überwachung der Rundgänge eines Wächters. Durch Einstecken eines Schlüssels werden auf einem auswechselbaren Zifferblatt Datum und Uhrzeit markiert.

Konus, 1) kegelförmiger, öfter kegelstumpfförm. Körper, meist Maschinenteil. **2)** CHEMISCHE TECHNIK: trichterförmiger Apparat, der z.B. in der Aufbereitung als Klassierapparat dient. Die schweren, groben Teilchen des Aufgabegutes werden unten durch die Spitze ausgetragen, das feinere Gut geht in den Überlauf.

Konvektion, Mitführung, bes. die Übertragung von Energie oder der Transport elektr. Ladung durch kleinste Teilchen einer Strömung. Ein **K.-Strom** entsteht, unabhängig von äußeren Kräften, wenn sich z.B. Temperatur- oder Dichteunterschiede in Gasen oder Flüssigkeiten ausgleichen.

ASTROPHYSIKALISCH bedeutsam sind die nach außen oder nach innen gerichteten K.-Strömungen im Inneren der Fixsterne, z.B. in der Sonne. Durch K. wird der Energietransport und der innere Aufbau der Sterne wesentlich mitbestimmt.

Konvektor, ein Heizkörper aus stählernen (oder kupfernen) Rippenrohren in einem Blechgehäuse oder einer Mauernische mit vorderer Verkleidung. Die Raumluft tritt an einer unteren Öffnung der Verkleidung ein, erwärmt sich und strömt oben ab.

konvergent, zusammenstrebend, z.B. Strahlen, die eine Sammellinse verlassen ($\rightarrow$ Linse), unendl. Reihen, deren Summe einem $\rightarrow$ Grenzwert zustrebt.

Konverter, 1) metallurg. birnen- oder trommelförmige Apparat zum Durchblasen oder Aufbläsen von Schmelzen mit Luft ($\rightarrow$ Stahl, $\rightarrow$ Kupfer).

2) Umwandlungsreaktor, ein $\rightarrow$ Reaktor, in dem ein Teil des verbrauchten Spaltstoffs durch Umwandlung von brütbarem Stoff (**Konversion**) wieder ergänzt wird. **Konversionsrate**, Anteil der neu erzeugten Spaltstoffkerne zu den verbrauchten.

konvex, erhaben, nach außen gewölbt, z.B. bei Linsen und Spiegeln.

Konzentration, CHEMIE: die Menge einer Moleküllart je Raumeinheit in einer bestimmten Phase. Bei festen Stoffen werden die Gramme des Stoffes in 100 g Substanz als **Gewichtsprozent**, die Mole (Grammatome) in 100 Mol (Grammatomen) der Mischung als **Molprozent** (**Atomprozente**) angegeben. In Lösungen geben die Gramme gelösten Stoffes in 100 g Lösung die **Gewichtsprozente** an, die ml des gelösten Stoffes in 100 ml Lösung **Volumprozent**, die Gramm-Mol in einem Liter der Lösung die **Molarität** und die Grammäquivalente in einem Liter der Lösung die **Normalität**. Die K. einer Lösung kann durch teilweises Abdampfen oder Abdunsten des Lösungsmittels erhöht werden. Bei Gasen entspricht das Gewicht des Gases in 100 g der Gasmischung **Gewichtsprozent**, ml des Gases in 100 ml der Gasmischung **Volumprozent** und Mole des genannten Gases in 100 Gramm aller Komponenten der Mischung **Molprozent**.

Konzentrationselemente, $\rightarrow$ galvanische Elemente.

Koordinaten, Zahlen, Zahlenpaare, Zahlentripel usw. (z.B. Strecken, Winkel, Bögen), durch die die Lage eines Punktes, einer Geraden oder eines andern Gebildes in der Ebene, im Raum od. dgl. festgelegt wird.

Ebene rechtwinklige (Kartesische) K. nennt man die rechtwinklig gemessenen Abstände x und y eines Punktes von zwei senkrecht zueinander stehenden **K.-Achsen**, dem **K.-System**. Die x -Achse nennt man auch **Abszissenachse**, die y -Achse **Ordinatenachse** des Systems, ihren Schnittpunkt den

Nullpunkt oder Ursprung. Der Punkt $P(x, y)$ hat die Abszisse x und die Ordinate y als rechtwinklige K. Bei **Polar-K.** wird die Lage eines Punktes $P(r, \varphi)$ durch seinen Abstand r vom Nullpunkt (**Radiusvektor**) und den Winkel φ (**Polarwinkel, Amplitude**) festgelegt, den der Radiusvektor mit einer festen Achse (**Polarachse**, gewöhnlich die x -Achse) einschließt. Bei einem **affinen** oder **Parallel-K.-System** brauchen die x - und die y -Achse nicht mehr aufeinander senkrecht zu stehen.

Für die Festlegung **räumlicher** rechtwinkl. K. verwendet man drei aufeinander senkrecht stehende K.-Achsen. Die **Polar-K.** lassen sich durch Hinzunahme des Abstandes des Punktes $P(r, \varphi, z)$ von der (r, φ) -Ebene (z -Richtung) zu **Zylinder-K.** erweitern. **Kugel-K.** erhält man, wenn man den Punkt im Raum zunächst in einer Ebene, die den Punkt und die z -Achse enthält, durch **Polar-K.** r, θ festlegt (θ von der z -Achse aus gemessen) und dann den Winkel φ , den diese Ebene mit der (x, z) - oder (y, z) -Ebene einschließt, als dritte K. hinzunimmt. Bei festem r erhält man K. auf der Kugeloberfläche, die in Geodäsie und Astronomie eine große Rolle spielen, $\rightarrow$ astronomische Koordinaten.

Für bestimmte Untersuchungen der theoret. Physik sind **elliptische** oder **parabolische K.** zweckmäßig, bei denen Punkte der Ebene als Schnittpunkte je einer Ellipse und einer Hyperbel oder je zweier Parabeln einer Schar konfokaler Kegelschnitte festgelegt werden; auch diese K. lassen sich zu räuml. K. erweitern.

Koordinatenwandler, mechanisches oder elektr. Rechengerät zum Umrechnen der in einem bestimmten System ausgedrückten Koordinaten eines Punktes in ein anderes System; Verwendung beim Artilleriebeschießen.

Koordinatenmeßapparat, ein Meßinstrument zur Bestimmung der rechtwinkligen Koordinaten von Sternen auf photographischen Platten, die mit Spezialobjektiven aufgenommen werden. Durch Anwendung des **Abbeschen Komparatorprinzips** (Maßstäbe und die zu messende Strecke auf der Platte liegen in einer Richtung und in einer Ebene, $\rightarrow$ Komparator) wird eine sehr große Meßgenauigkeit erreicht. Die beiden Maßstäbe sind auf Glas geteilt und werden mit zwei Mikroskopen abgelesen.

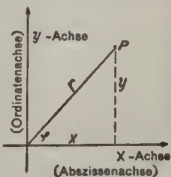
Koordination, CHEMIE: in $\rightarrow$ Komplexverbindungen und im Kristallgitter die Umgebung eines Atoms mit einer bestimmten Gruppe anderer Atome, die meist regelmäßig angeordnet sind. Die **K.-Zahl** ist die Zahl der unmittelbar benachbarten Atome oder Atomgruppen.

Koordinatograph, Kartiergerät, Instrument zum Eintragen oder Ablesen von Punkten, deren Lage in einer Zeichenfläche durch ihre meist rechtwinkligen Koordinaten bestimmt ist.

Kopal, sehr harte Naturharze, die als fossile $\rightarrow$ Harze aus der Erde gegraben oder durch Harzung von lebenden Bäumen gewonnen werden. Einteilung der K. nach ihrer Herkunft (**ost- und westafrikan. K.**, z.B. **Kongo-K.**, **südamerikan. K.**, **Manila- und Kauri-K.**). Verwendung zur Herstellung von Lacken, wofür die meisten K. erst durch einen Ausschmelzprozeß löslich gemacht werden müssen.

Körper, Gewebe in K.-Bindung (frz. **Serge** oder **Croisé**, engl. **Twill**) mit ausgeprägter Diagonalarwirkung, $\rightarrow$ Bindung.

Kopernikanisches System, heliozentrisches System, heißt die von KOPERNIKUS (1543) begründete Lehre, nach der die Sonne den von der Erde und den anderen Planeten umkreisten Mittelpunkt der Welt bildet. Das K.S. löste das **Ptolemäische Weltbild** ab, das die Erde als Mittelpunkt der Welt ansah



Koordinaten: die Lage eines Punktes P kann durch Kartesische Koordinaten (Abszisse x , Ordinate y) oder durch Polarkoordinaten (Radiusvektor r , Anomalie φ) bestimmt werden.

und das gesamte MA. beherrschte (→ geozentrisches System). Andeutungen der neuen Lehre hatte KOPERNIKUS bei einigen griech. Gelehrten des Altertums (PHILOLAOS, ARISTARCH) gefunden. Die physikal. Erklärung der Planetenbewegungen gab erst NEWTON.

Kopernikus, Nikolaus, Astronom, * 1473, † 1543, lebte als Domherr, später als Berater und Leibarzt des Bischofs von Ermland in Heilsberg und wurde 1523 Generaladministrator der Diözese Allenstein. In seinem 1543 erschienenen Hauptwerk »De revolutionibus orbium coelestium« begründete er das → Kopernikanische System.

E. ZINNER: D. Leben u. Wirken d. N. K. (1937).

kopieren, → Kopierverfahren, → nachformen.

Kopierstift, ein → Bleistift.

Kopierverfahren dienen zum Herstellen originalgetreuer Kopien von beliebigen Vorlagen; man spricht bei der Herstellung von Einzelkopien von Kopiertechnik (herstellen einer → Photokopie), bei größeren Stückzahlen von Vervielfältigungstechnik. – Wichtigste Kopierverfahren sind: 1) **Kontaktkopierverfahren**. Das durch photograph. Aufnahme von der Vorlage erhaltene Negativ wird im Kontakt mit dem Kopierpapier liegend von einer Lichtquelle durchleuchtet und das Kopierpapier dann entwickelt. 2) **Optisch photograph. Verfahren**. Das von der Vorlage hergestellte Negativ wird stark verkleinert mit Mikrofilmgeräten auf Lauffilmen von 16,35 mm oder 70 mm Breite im Schritt- oder Durchlaufverfahren aufgenommen, das entwickelte Negativ auf optischem Wege entsprechend rückvergrößert auf das Kopierpapier projiziert und sodann entwickelt. 3) **Lichtpausverfahren** → Lichtpause. 4) **Diffusionsverfahren**. Ein Negativ der Vorlage wird, meist im Kontakt, in einem besonderen Belichtungskasten hergestellt und anschließend mit dem Positivpapier zusammen in einem Entwicklungsgerät benetzt und zwischen Walzen im Durchlauf entwickelt. 5) **Wärmekopierverfahren**. Wärmeempfindl. Papiere werden im Kontakt mit der Vorlage mit ultraroten Strahlen (in Durchleuchtung oder Reflexverfahren) »belichtet«, dabei tritt an den dunklen Stellen des Originals eine Wärmetauung und im Kopierpapier durch die Wärme ein Farbumschlag auf (**Thermofax-Verfahren**), oder es wird ein wärmeempfindl. Farbblatt mit der Vorlage und einem gewöhnl. Blatt Schreibpapier einer Wärmestrahlung ausgesetzt; auch hier bewirkt die Wärmetauung an den beschrifteten Stellen das Übertragen der Farbe auf das Schreibpapier (mit Anilinfarben gedruckte Vorlagen sind nicht kopierbar). Bei einem weiteren Verfahren wird ein in hochpolymerem, durchsichtigem Bindemittel (Schichtträger) gelöstes Diazoniumsalz (lichtempfindliche Schicht) zunächst belichtet, wobei sich entsprechend dem Original Stickstoff bildet. Durch anschließende Erwärmung der Schicht (Entwicklung) bilden sich Stickstoffbläschen, die nach raschem Abkühlen bestehen bleiben und das Bild ergeben (Bläschendurchmesser 0,1–0,3 mm, **Kalfaxverfahren**). 6) **Elektrokopierverfahren** → Xerographie. 7) **Ferromagnetisch arbeitende K.** Im Prinzip wird eine Stahlfolie magnetisch »beschriftet«, z. B. im Zeilenstrichverfahren wie beim Fernsehbild oder durch magnetischen »Kontaktdruck«. Ein aufgestreutes Magnetpulver haftet an der Folie entsprechend der lokalen Magnetisierung, es entsteht ein Pulverbild, das mit Klebstoff auf Papier usw. übertragbar ist.

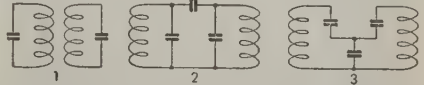
Kopierwerk, eine besondere Schichtwalze bei selbstst. Steuerungen von Schachtförderanlagen, Schrägaufzügen, Seilbahnen, Personen- und Lastaufzügen. Im K. wird die Fahrstrecke so nachgebildet, daß der volle Fahrweg einer Umdrehung der Kopierwerkswalze entspricht. Die K.-Walze schaltet die für die elektr. Steuerung erforderl. Stuerschalter in der dem Fahrweg entsprechenden Reihenfolge.

Koppel, GETRIEBELEHRE: in Kurbelgetrieben das dem Gestell gegenüberliegende Glied, in der Schubkurbel auch → Pleuelstange genannt. **K.-Getriebe**

sind sechs- oder mehrglied. Kurbelgetriebe, in denen aus der Bewegung eines Punktes der K. eine weitere Bewegung abgeleitet wird. Von besond. Wichtigkeit sind solche K.-Getriebe, in denen beim Durchlaufen eines kreisbogenähn. Teiles einer K.-Kurve ein angrenzender Stillstand des Abtriebgliedes erreicht wird. **K.-Kurven** nennt man die Bahnlinien, die von den Punkten der K. durchlaufen werden; sie werden benutzt, um beispielsweise Bewegungen des menschl. Armes nachzubilden (in Teigknetern sowie bes. in K.-Getrieben).

Koppers-Verfahren zur Entsalzung von Meerwasser, beruht darauf, daß Propan mit Meerwasser salzfreie Hydrate bildet. Bei Zersetzung der Hydrate entsteht salzfreies Wasser.

Kopplung, 1) **PHYSIK**: wechselseitige Beeinflussung zweier physikal. Systeme. Eine einfache mechan. K. ist z. B. die Verbindung zweier Pendel durch eine Feder, wodurch Schwingungsenergie



Kopplung: 1 induktive K., 2 kapazitive Spannungsk., 3 kapazitive Strom-K.

zwischen den Pendeln im Rhythmus einer Schwebung hin- und herwechselt (**gekoppelte Schwingungen**). In der Atomphysik sind die K. zwischen den Spins und den Bahndrehimpulsen der Elektronen für die energet. Verhältnisse im Atom maßgebend, in der Kernphysik und in der Theorie der Elementarteilchen kennzeichnen spezif. **K.-Konstanten** die verschiedenen Wechselwirkungen.

2) **ELEKTROTECHNIK**: die Verbindung zweier Stromkreise zur Energieübertragung, entweder durch einander gegenübergestellte Spulen (**induktive** oder **magnetische K.**), durch einen Kondensator (**kapazitive K.**) oder durch unmittelbare Verbindung (**galvanische K.**). Durch eine indukt. oder kapazit. K. von Schwingungskreisen entsteht ein Bandfilter (→ Band). Man unterscheidet feste und lose K.

Kork, Periderm, pflanzliches Gewebe auf der Rinde von Stämmen und Wurzeln aus regelmäßig aneinanderschließenden Zellen, die Luft enthalten und durch Einlagerung von fettartigem Suberin in die Zellwände gas- und wasserdicht werden. Technisch verwendeter K. entstammt der K.-Eiche. K. hat etwa die Rohwichte 0,2 g/cm³, fault nicht, ist fast undurchlässig für Gas und Wasser, elastisch, ein schlechter Wärmeleiter. Verwendung als Flaschen-K., für Schwimmgürtel, zur Wärme- und Schallisolierung (Korkplatten, Rohrisolierungen, Fliesen), als **K.-Schrot** (zerkleinerter K.-Abfall) für die Herstellung von Linoleum und Korkstein.

Korkment, ein auf einer Gewebelage aufgewalztes feinkörniges, mit Bindemitteln gebundenes Korkmaterial; dient als Linoleumunterlage.

Korksäure, **Suberinsäure**, $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_8-\text{COOH}$, zweibas., kristallisierte organ. Säure, entsteht u. a. bei Oxydation von Kork mit Salpetersäure.

Korman-Verfahren, Verfahren zur Reingewinnung seltener Metalle. Das Erz wird im Hochvakuum mit energiereichen Elektronen beschossen, wobei die Temperatur auf etwa 18000°C ansteigt und die Metalle nacheinander verdampfen. Die Dämpfe werden getrennt abgesaugt und gekühlt.

Korn, 1) **PHOTOGRAPHIE**: der bei Vergrößerung sichtbare Aufbau des Bildes aus einzelnen Silberpartikeln. Im allgemeinen hat hochempfindliches Material ein **grobes K.**, gering empfindliches ein **feines K.** Das K. kann durch die Entwicklung beeinflusst werden.

2) **SCHUSSWAFFEN**: der auf der Oberseite des Lauges oder Mantels nahe der Mündung angebrachte Teil der Visiereinrichtung; meist Dreiecksform.

Körner, Stichtift mit gehärteter Spitze zum Markieren von Ansatzpunkten für den Bohrer oder von Meßstellen.

Körnung, 1) ein Maß für die mittlere Größe der Schleifkörner, gekennzeichnet durch die Maschenweite oder Maschenzahl eines Siebes, durch das 75% der Körner hindurchfallen, oder durch die Sedimentationsgeschwindigkeit in Wasser.

2) Unterscheidungsmerkmal für Kies, Sand und zerkleinerte Stoffe. Die verschiedenen Korngrößen werden in *Körnungsskalen* nebeneinandergestellt.

Beispiel: Mehlsand kleiner als 0,06 mm

Feinstsand 0,06–0,09 mm

Feinsand 0,09–0,2 mm

Mittelsand 0,2–1 mm

Grobsand 1–3 mm

Feinkies 3–7 mm

Mittelkies 7–30 mm

Grobkies 30–70 mm

Korona, 1) ASTROPHYSIK (TAFEL Sonne und Sonnensystem): die leuchtende äußere Atmosphäre der Sonne war früher wegen ihrer geringeren Helligkeit nur während einer totalen Sonnenfinsternis beobachtbar, kann heute mit Spezialfernrohren (→ Koronograph) laufend untersucht werden. Sie erscheint als feine, vielstrahlige Lichthülle mit etwa $\frac{1}{1.000.000}$ der Flächenhelligkeit der Sonne (Helligkeit des Vollmondes). Die innere K. ist gasförmig; spektroskopisch konnte man erst in neuester Zeit feststellen, daß dieser K.-Teil aus hochionisierten Atomen und freien Elektronen besteht. Der 10- bis 15fachen (thermischen) Ionisation der festgestellten Eisen-, Nickel- und Kalziumatome entspricht eine Temperatur von etwa 1.000.000°C; diese Ionen- und Elektronenatmosphäre (Elektronendichte $5 \cdot 10^8 \text{ cm}^{-3}$) ist also rd. 200mal heißer als die Sonnenoberfläche. Verschiedene Deutungsversuche wollen diese „Aufheizung“ mechanisch (durch akustische Wellen) oder magnetisch erklären, sind aber noch nicht allgemein anerkannt. In größeren Entfernungen geht die K. in staubförmige Beschaffenheit über. Man nimmt an, daß die räuml. Fortsetzung der K. das nur am östl. Morgen- und am westl. Abendhimmel sichtbare Zodiakallicht ist.

2) eine Form der → Gasentladung. Die K. bedingt Verluste an elektr. Energie dadurch, daß bei Hochspannungsleitungen die elektr. Feldstärke an der Oberfläche der Leiter zu groß wird, so daß aus dem Leiter Elektronen austreten, was eine bläuliche leuchtende Strahlung um den Leiter herum zur Folge hat. Vermeidung oder Herabsetzung der K. durch Vergrößerung des Leiterdurchmessers (→ Hohlseil) oder Herabsetzung der Oberflächenfeldstärke → Bündelleiter).

Koronograph, astronom. Fernrohr zur Erforschung der Sonnenkorona sowie der Sonnenprotuberanzen. Im K. wird im Prinzip eine „künstliche Sonnenfinsternis“ erzeugt dadurch, daß in der Brennebene des Spezialobjektivs aus streulichtfreiem Glas (20 cm Öffnung, 3 m Brennweite) eine Blende von der Größe des fokal Sonnenbildchens steht und dieses abdeckt, so daß nur das Licht der die Sonnenscheibe überragenden Korona und der Protuberanzen in das Okular gelangt. Ein Spektroskop großer Dispersion (Protuberanzenspektroskop) oder auch ein Interferenzfilter sehr enger Durchlaßbreite (etwa 1–2 ÅE) sorgt dafür, daß nur das Licht diskreter Wellenlängen, in denen die Korona strahlt, zur Beobachtung gelangt.

Körper, 1) CHEMIE: veraltet für Stoff.

2) PHYSIK: eine bestimmte Materiemenge mit bestimmter (starrer K.) oder veränderlicher (deformierbarer, elastischer, plastischer K.) Gestalt. Der starre K. ist einer der wichtigsten Begriffe der klass. Mechanik. → Festkörper.

3) GEOMETRIE: ein von ebenen oder gekrümmten Flächen begrenzter endlicher Teil des Raumes. → regelmäßige Körper.

4) ALGEBRA und ZAHLENTHEORIE: jedes System von Dingen (Elementen), das insofern den rationalen Zahlen, d. h. dem System der Brüche vergleichbar ist, als in ihm eine Addition und eine Multiplikation definiert ist, die den üblichen elementaren Rechengesetzen genügt. Außerdem muß die Subtraktion immer und die Division außer durch 0

durchführbar sein und wieder K.-Elemente liefern. Beispiele sind neben dem K. der rationalen Zahlen der K. der reellen und der K. der komplexen Zahlen sowie der K. der Polynomquotienten in einer Unbestimmten. – Wenn die Multiplikation nicht kommutativ ist, d. h. nicht durchweg $a \cdot b = b \cdot a$ gilt, spricht man von einem *Schiefkörper*. – Es gibt K., die nur endlich viele Elemente enthalten: Wenn p eine Primzahl ist, bilden die Restklassen (→ Klasse) der ganzen Zahlen modulo p einen K. Dieser K. enthält genau p Elemente; er heißt *Primkörper* der Charakteristik p , symbolisch $C(p)$. Jeder K. enthält als kleinsten in ihm enthaltenen K. den K. der rationalen Zahlen oder einen einzigen der Primkörper $C(p)$. *Körpererweiterung* nennt man die Erweiterung eines K. (*Grundkörper*) zu einem ihn umfassenden größeren K.

Körpuskeln, → Teilchen.

Korrasion, das Abschleifen felsigen Untergrunds durch wandernden Schutt, im engeren Sinn das Abscheuern von Gesteinsflächen durch windbewegten Sand, wobei Kantengeschiebe entstehen.

Korrektion, die Verbesserung optischer Systeme hinsichtlich ihrer Abbildungseigenschaften (→ Abbildungsfehler).

Korrelation, 1) WAHRSCHEINLICHKEITSTHEORIE: die Verbundenheit zahlenmäßig faßbarer Wertreihen oder Merkmale statistischer Massen; die Wahrscheinlichkeit dafür, daß ein funktionaler Zusammenhang besteht, wird durch einen K.-Koeffizienten angegeben, der eine Zahl zwischen +1 und –1 ist.

2) PROJEKTIVE GEOMETRIE: eine lineare Zuordnung, bei der in der Ebene jedem Punkt eine Gerade (und umgekehrt) und analog im Raum jedem Punkt eine Ebene entspricht.

Korrespondenzprinzip, ein von BOHR eingeführtes heuristisches Prinzip der Atommechanik, das eine bestimmte Beziehung (Korrespondenz), eine Art Ähnlichkeit zwischen den Gesetzen der klassischen Mechanik einerseits und den exakten quantentheoretischen Gesetzen andererseits herstellt, → Quantenmechanik.

Korrosion, 1) an der Oberfläche fester Körper beginnende chem. oder elektrochem. Angriffe. Über mechan. Angriffe → Erosion, über den Angriff strömender Flüssigkeiten → Kavitation.

Eine rein chem. K. liegt nur vor beim Angriff von Medien ohne Ionenleitfähigkeit, wie Gasen oder flüssigen Metallen. Greifen Stoffe mit Ionenleitfähigkeit, z. B. flüssige oder geschmolzene Elektrolyte an, so tritt eine elektrochem. Wirkung auf. Es bildet sich ein elektrochem. Element (*Lokalelement*) mit Anode und Kathode, das die K.-Wirkung durch seinen Kurzschluß verstärkt. Die K.-Gefahr ist groß an Geräten und Konstruktionselementen, die in korrodierenden Mitteln, wie Säuren, Laugen, Salzlösungen, Salzschnitzeln u. a., eingesetzt sind; sie tritt ferner ein, wenn sich durch Temperaturwechsel an Oberflächen Feuchtigkeit niederschlägt, in der Gase wie CO_2 , SO_2 oder H_2S gelöst sind.

Die Ausbildung sehr dichter K.-Produkte, wie Tonerdehäute auf Aluminium, Patina auf Kupfer oder von passiven Schichten auf Chrom und rostfreien Stählen, stellt einen Schutz vieler metall. Werkstoffe gegen weitere K. dar, während der Rost auf Eisen und nicht bes. legierten Stählen porös bleibt und die K. sogar begünstigt.

K.-Schutz wird erreicht durch:

1) Herstellung eines metall. Werkstoffs in einem möglichst günstigen homogenen Zustand.

2) Legierungsmaßnahmen, die die Widerstandsfähigkeit des metall. Werkstoffes durch Beeinflussung seines Gefüges oder der sich auf ihm ausbildenden Schutzschichten verbessern.

3) Oberflächenschutz durch nichtmetall. oder metall. Überzüge.

F. TÖDT: K. und Korrosionsschutz (1961); F. RITTER: K.-Tabellen (1958).

2) GEOLOGIE: chem. Zerstörung und Zerkürnung des Gesteins durch fließendes Wasser, z. B. Karren- und Höhlenbildung.

Korund, rhomboedrisches Mineral, reine Ton-
erde, Al_2O_3 , farblos oder farbig, klar bis fast un-
durchsichtig, sehr hart (Härte 9 der
Mohsschen Skala), kommt auf metamor-
phen Gesteinen und bes. in Seifen vor.
Die klaren K. sind wertvolle Edelsteine:
der rote **Rubin**, der blaue, seltener weiße
oder gelbe **Saphir**. Sie finden auch als
Lagersteine für Uhren und Zähler Ver-
wendung. Der gemeine K., meist mit dunk-
len Mineralien verunreinigt (**Smirgel**),
dient als Schleifmittel. K. werden durch Schmelzen
von Tonerdepulver in der Knallgasflamme synthetisch
hergestellt.



Korund

Kosekans, Kosinus, →Winkelfunktionen.

Kosinussatz, MATHEMATIK: grundlegender Satz
der ebenen Trigonometrie; Formel $a^2 = b^2 + c^2 -$
 $2bc \cdot \cos \alpha$ (a, b, c sind Dreiecksseiten, α der der Seite
 a gegenüberliegende Winkel).

kosmische Radiostrahlung, →Radioastro-
nomie.

kosmischer Staub, →interstellare Materie.

kosmische Ultrastrahlung, **Höhenstrahlung**,
eine von sehr energiereichen Protonen und leicht-
eren Atomkernen gebildete Strahlung, die aus dem
Weltraum auf die Erdatmosphäre trifft, diese nach
männigfachen Umwandlungen z. T. durchsetzt und
sogar noch in die feste Erdrinde oder ins Meer ein-
dringt. Sie ist in geringerer Intensität noch in etwa
1300 m Tiefe des Ozeans nachweisbar.

Die Strahlung wurde in den Jahren 1912 und 1913
von HESS und KOLHÖRSTER bei Ballonaufstiegen ent-
deckt, als man statt der gesuchten Abnahme einer
vermeintlich radioaktiven Strahlung aus dem Erd-
reich eine sehr intensive Zunahme der Strahlung
beim Aufstieg fand. Ferner ergab sich eine Zunahme
der Strahlungsintensität vom Äquator nach beiden
Polen mit einem charakterist. Knick der Intensitäts-
kurve zwischen 40–50° geomagnet. Breite; sie ent-
steht durch die Abdrängung der geladenen Teilchen
im magnet. Dipolfeld der Erde nach den Polen zu.
Gleichzeitig gibt sie den Hinweis darauf, daß ein be-
trächtlicher Anteil der Primärteilchen Energien zwi-
schen etwa 2 und 10 Milliarden Elektronenvolt be-
sitzen muß. Bei späteren Untersuchungen ergab sich,
daß neben den Protonen auch α -Teilchen und hoch-
ionisierte andere Atomkerne bis hinauf zum Eisen
in der primären k. U. vorkommen und dabei mit
Häufigkeiten auftreten, die etwa der mittleren
Elementverteilung im Kosmos entspricht (BRADT
u. PETERS). Wenigstens ein kleiner Bruchteil der
Ultrastrahlung wird von der Sonne erzeugt: Bei
Vorgängen in den von starken Magnetfeldern er-
füllten Sonnenfleckengebieten müssen auch große
elekt. Induktionsfelder entstehen, die im magnetisch
feldfreien Zwischenbereich zwischen zwei entgegen-
gesetzte polarisierten Feldbereichen u. U. so groß
werden können, daß sie ungestört geladene Partikel
auf Ultrastrahlungsenergien beschleunigen können.
(BAGGE u. BIERMANN 1948). Es ist heute sehr wahr-
scheinlich, daß, wie die Sonne, auch andere Sterne
Ultrastrahlung emittieren und daß die auf die Erde
auftreffende Ultrastrahlung die zusammengefaßte
Wirkung aller Strahlungsquellen auf den Sternen
darstellt.

Die Erscheinungen der k. U. sind deshalb von
besonderem Interesse, weil bei ihnen Energieum-
setzungen im atomaren Einzelprozeß bis zu vielen
Milliarden, ja Billionen und in seltenen Ereignissen
bis zu etwa 10^{14} eV vorkommen, die laboratoriums-
mäßig auf anderem Wege z. T. unerreichbar sind
und in den Grenzen vermutlich auch unerreichbar
bleiben. 1932 entdeckte ANDERSON in der Ultra-
strahlung das **Positron**, 1937 das μ -**Meson**. 1946 beob-
achteten POWELL, OCCHIALINI und LATIES die π -
Mesonen, die nach einer Lebensdauer von $2 \cdot 10^{-8}$ s
unter Emission eines Neutrinos in μ -Mesonen über-
gehen. Im Jahre 1948 fanden ROCHSTER und BUT-
LER die **Hyperonen**, wahrscheinlich angeregte Pro-
tonen und Neutronen, in der k. U. Später entdeckte
man noch die schweren **K-Mesonen** (TABELLE Ele-
mentarteilchen). Daneben brachte das Studium der

k. U. Einblicke in die **Übergangseffekte**, vorüberge-
hende Intensitätszunahmen der Strahlung beim
Übertritt aus einem leichteren in ein schwereres
(dichteres) Medium, in die **Hoffmannschen Stöße**
und die **Auger-Kolhörsterschen Luftschauer** (→
Schauer).

Kosmologie erstrebt die Gewinnung einer Über-
sicht über den Gesamtaufbau des Weltalls. Gegen-
über der Astronomie im engeren Sinne, die sich
mit der Erforschung der →Sterne befaßt, ist K. die
Untersuchung des →Weltalls im ganzen, also jenes
riesigen Gesamtsystems, in dem sogar die einzelnen
Spiralnebel nur kleine Teilstücke sind, obwohl jeder
davon schon etwa 10^{11} Sonnen enthält. Die Entwick-
lung der K. als Sondergebiet der astronom. For-
schung wurde ermöglicht einerseits durch die großen
Fortschritte der modernen Beobachtungs- und Meß-
technik, insbes. den Bau der amerik. Riesenstein-
warten (Mount Wilson, Mount Palomar) und der
Geräte der Radioastronomie, andererseits durch die
Gedankengänge der Relativitätstheorie, wonach der
kosmische Raum nicht den Gesetzen der euklidi-
schen Geometrie folgen muß. Hiernach ist die (lange
Zeit als selbstverständlich angesehene) Unendlich-
keit des Raums zweifelhaft geworden; moderne kos-
molog. Theorien bevorzugen die Vorstellung, daß
der Weltraum trotz Unbegrenztheit von endlicher
Gesamtgröße sei. Daneben erstrebt die K. eine Er-
kenntnis der geschichtlichen Entwicklung, der der
Kosmos als Ganzes unterliegt (**Kosmogonie**). Auch
die Unendlichkeit der seit Beginn dieser Entwick-
lung verflissenen Zeit ist in Frage gestellt, da alle
Sterne nur während begrenzter Zeit leuchten kö-
nnen. Sie verbrauchen dabei allmählich ihren Wasser-
stoffgehalt durch Umwandlung in Helium (→Bethe-
Weizsäcker-Zyklus). Nach Ausweis verschiedener
Erfahrungstatsachen scheint der Ursprung des Kos-
mos um mindestens 13 Milliarden Jahre zurückzu-
liegen. Der trotz Unbegrenztheit endliche Weltraum
scheint sich seit dem Weltanfang, den man sich
z. B. in Form einer Urexplosion extrem verdichteter
Materie vorstellt, in ständigem Anwachsen zu befin-
den (→Hubble-Effekt). Diese Ausdehnung versucht
eine neuere Kosmogonie mit der Entstehung neuer
Sterne in einen durch den Energiesatz gegebenen
inneren Zusammenhang zu bringen (P. JORDAN). Im
Gegensatz dazu nehmen einige Forscher (HOYLE,
BONDI, GOLD u. a.) ein unendliches, auch zeitlich in
seinem wesentlichen Gesamtaufbau unveränderli-
ches Weltall an (**Gleichgewichtstheorien**). Der Ein-
druck der räuml. Endlichkeit soll dadurch entstehen,
daß diejenigen Sternsysteme, die zufolge dem Hubble-
Effekt schließlich Lichtgeschwindigkeit erreichen,
die Möglichkeiten der Wechselwirkung mit uns (z. B.
durch Licht) verlieren und damit aus dem für uns
grundsätzlich beobachtbaren und meßbaren Teil des
Weltalls hinausfliegen. Der Materieverlust soll durch
fortlaufende Neuerzeugung von Materie ausgegli-
chen werden, aus der sich neue Sterne und Stern-
systeme bilden.

GESCHICHTLICHES. Über die reinen Mythen des
Altertums und MA. hinaus führten die ersten kos-
molog. Versuche von KEPLER, NEWTON, LAPLACE
u. a. LAPLACE erdachte eine Kosmogonie unseres
Sonnensystems (Entstehung aus rotierendem Ur-
nebel), KANT eine des gesamten Weltalls (Meteoriten-
hypothese); beide Theorien werden oft fälschlich
als „Kant-Laplacesche Theorie“ miteinander
vermengt.

JORDAN: **Schwerkraft und Weltall** (1955); HECK-
MANN: **Theorien der Kosmologie** (1942); BONDI:
Cosmology (Cambridge 1952).

Kosmotron (TAFEL Kernphysik II), Beschleu-
nigungsanlage, mit der Teilchen auf Energien von
der Größenordnung der Energien der kosm. Ultra-
strahlung gebracht werden, technisch ein →Syn-
chrotron.

Kotangens, eine →Winkelfunktion.

kottonisieren, **Flachs-** und **Hanfaserbündel**
durch Auflösen der Mittellamelle auf chem. Wege
in baumwollähnli. Einzelzellen zerlegen.

Kr, chem. Zeichen für →Krypton.

Krackverfahren – Kraft

Krackverfahren, Crackingprozeß, Krackung, Spaltung höhermolekularer Kohlenwasserstoffe in niedermolekulare zur Gewinnung klopffester Fahrzeugbenzine. Das **Kracken** kann durch Variation von Temperatur, Druck, Verweilzeit der Ausgangsstoffe im Reaktionsraum und durch Einsatz von Katalysatoren gelenkt werden. Spaltung von C-C-Bindungen bildet Olefine und Paraffine, Abtrennung von Wasserstoff Olefine, Ringschluß Naphthene und Dehydrierung dieser Verbindungen Aromate. Umlagerung des Kohlenstoffgerüsts gibt isomere Verbindungen, sekundäre Reaktion kurzkettiger Spaltstücke Polymere. Bei der **thermischen Spaltung** werden die Ausgangsstoffe vorgeheizt, in Röhrenheiztrichtern bei etwa 30–50 atü auf 500 bis etwa 510° C gebracht und meist in einer besonderen Reaktionskammer gespalten. Die Reaktionsprodukte werden in nachgeschalteten Kolonnen in **Krackbenzin** und -dieselöl sowie höher siedende, in den Kreislauf zurückgehende Anteile getrennt.

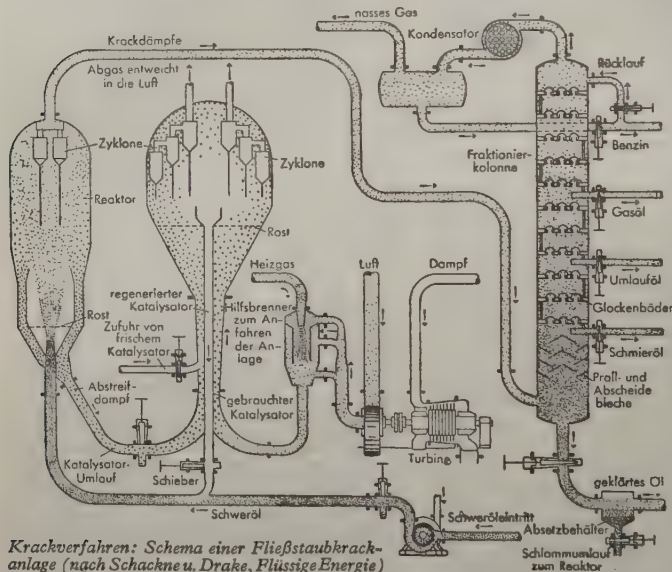
Die *katalytischen Spaltverfahren* arbeiten bei Normal- oder schwachem Überdruck und tieferen Temperaturen um 450° C. Als Katalysatoren werden vorwiegend natürl. oder synthet. Aluminium- oder

Kraft, PHYSIK: eine Größe, die bei der Wechselwirkung physikal. Systeme auftritt, begrifflich abgeleitet von der bei der Einwirkung auf einen Körper aufgetragenen *Muskelkraft*. Zur exakten physikal. Definition dient die *Schwer-K.*, die sich im *Gewicht* der Körper äußert. Durch eine unverändert wirkende *K.*, z. B. eine sich entspannende Feder, werden gleich schwere Massen gleich stark beschleunigt. Jedem Körper kann man durch Gewichtsvergleich eine Masse zuschreiben, die sein Verhalten bei Beschleunigungen beschreibt: die Beschleunigung ist proportional zur *K.* und umgekehrt proportional zur Masse, oder: das Produkt aus Masse und Beschleunigung ist der *K.* proportional. Umgekehrt erhält man die *dynamische* Definition der *K.* aus der Gleichung: $K = \text{Masse mal Beschleunigung}$ (*2. Newtonsches Axiom*). Als *techn. Kraftseinheit* benutzt man das *kp* (Kilopond). Die *physikal. Kraftseinheit* ist im CGS-System das *dyn*, im MKS-System das *Newton (N)*. Es ist $1 \text{ kp} = 9,80665 \text{ N}$, $1 \text{ N} = 10^5 \text{ dyn}$.

Bei sehr hohen Geschwindigkeiten in der Nähe der Lichtgeschwindigkeit gibt man der dynam. K.-Definition besser die ursprünglich von NEWTON ge-

wählte Form: K . = zeitliche Änderung der Bewegungsgröße ($\rightarrow$ Impuls). Das ist gleichbedeutend mit einer Änderung des K -Begriffs: Die Begriffe K . und Masse bestimmen sich gegenseitig, ihr Verhältnis hängt vom Standpunkt des Beobachters ab ($\rightarrow$ Relativitätstheorie).

Neben der *Schwerk.*, den *elastischen K.* und der *Trägheitsk.*, mit der die Körper einer Änderung ihres Bewegungszustandes widerstehen, kennt die klassische Physik noch die *K.* zwischen ungleichnamigen (*Anziehung, Attraktion*) und zwischen gleichnamigen (*Abstoßung*) elektr. Ladungen und Magnetpolen sowie die in einem Magnetfeld auf eine bewegte Ladung ausgeübte *K.* (gleichbedeutend damit ist die *K.* zw.



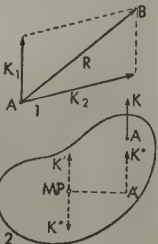
Krackverfahren: Schema einer Fließstaubkrackanlage (nach Schackne u. Drake, Flüssige Energie)

Magnesiumhydroxidsilikate mit geringen Zusätzen z. B. von Chromoxid als Material oder in Kugelform verwendet; sie werden als ruhender *Pestkontakt* (Verfahren nach HOUDRY) oder im bewegten Wirbelbett als *Fließstaubkontakt* (Fluid-, Orthoflow-Fluid-, Thermoform-, Houdryflow-K.) eingesetzt. Der Frischölumsatz derartiger Anlagen schwankt zwischen 300 und 10000 t/Tag. Die anfallenden *Spaltgase* sind Ausgangsstoffe für Lösungsmittel, Kunststoffe u. a. Im Crackprozeß können außer der Spaltung von Ölen zu Benzin auch andere Umsetzungen durchgeführt werden, unter denen die *Reformierverfahren* der schweren Anteile von Destillatbenzinen zu Benzinen hoher Oktanzahl zunehmende Bedeutung erlangen. In Deutschland hat sich die Kombination der Spaltung mit der Erdölydrierung nach einem modifizierten Bergius-Verfahren (→ Kohleydrierung) als bes. wirtschaftlich erwiesen. Durch mildes Spalten kann bei zähflüssigen Destillationsrückständen ein *Viskositätsbrechen* zur Gewinnung von Heizölen erreicht werden.

G. HEILMANN in: Chem. Technologie, hg. v. K. WINNACKER u. L. KÜCHLER, 3 (1959).

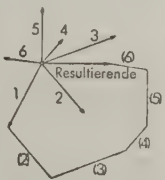
schon stromdurchflossenen Leiter¹). Die Druck-K., die ein in ein Gefäß eingeschlossenes Gas auf die Wand ausübt, rührt von den Trägheits-K. her, die die Bewegungsänderung der Moleküle bei ihrem Stoß auf die Wand erzeugt. Ebenso beruht die Reibungs-K., die zwei sich berührende gegeneinander bewegte Körper aufeinander ausüben, auf den Stößen der Moleküle in der Grenzfläche oder Grenzschicht. Für die Struktur und damit für die elast. Eigenschaften der Moleküle und Molekülverbände sind die → Austauschkräfte wichtig. Der Zusammenhalt der Teilchen der Atomkerne wird durch Kern-K. bewirkt (→ Kernphysik).

ZUSAMMENSETZUNG VON K.
Zwei oder mehr in einem Punkt
angreifende K. verschiedener



Kraft: 1 Kräfteparallelogramm; 2 Wirkung von Kräften auf einen starren Körper.

Richtung kann man durch eine einzige K , die resultierende K . (Resultante), ersetzen. Algebraisch findet man sie durch vektorielle Addition, geometrisch dadurch, daß man die durch Pfeile (Vektoren) dargestellten, im Punkt A angreifenden Kräfte K_1 und K_2 zu einem Parallelogramm ergänzt (Kräfteparallelogramm). Die Diagonale von A nach B ist die Resultante R . Ebenso läßt sich jede K . nach beliebigen Richtungen in zwei oder mehr K . zerlegen, z. B. R in die Kräfte K_1 und K_2 . Mehr als zwei in einem Punkt angreifende K . lassen sich sukzessiv nach der Parallelogrammregel zusammensetzen und ergeben ein Kräftepolygon (Kraftteck), bei dem die Resultierende vom Anfangspunkt des ersten zum Endpunkt des letzten K -Vektors weist. Greifen aber mehrere K . in verschiedenen Punkten eines starren Körpers an, so läßt sich deren Wirkung auf die Bewegung des Körpers nicht durch eine einzige Resultante beschreiben. Denkt man sich alle K . parallel zu sich in den Massenmittelpunkt (MP) verschoben, so ist die dann aus ihnen gebildete Resultante nur für die Translationsbewegung, d. h. für die Bewegung des MP , verantwortlich. Zu dieser kommt noch eine (beschleunigte) Rotationsbewegung, wenn nicht das $\rightarrow$ Drehmoment der K . um den MP gleich Null ist: eine in A angreifende K . K läßt sich allgem. durch die K . K' und ein Kräftepaar K'' ersetzen, d. h. zwei an der Achse $MP-A'$ senkrecht, aber entgegengesetzt gerichtet angreifende K . ($K'' = K = K'$; $K'' = -K'$).



Kräftepolygon: Vereinigung von 6 Kräften nach dem Satz vom Kräftepolygon.

Kraftmoment, das Produkt aus Abstand zwischen Angriffspunkt einer K . und Drehpunkt und der K -Komponente senkrecht zur Verbindungslinie beider. Die Momente mehrerer an einem System angreifender Kräfte lassen sich zum Drehmoment vereinigen.

A. SOMMERFELD: Vorlesungen über theoret. Physik, 1: Mechanik (*1962).

Kraftfeld, $\rightarrow$ Feld.

Kraftmaschine, eine Maschine zur Umwandlung einer Energieform, z. B. chemischer oder Wärmeenergie, in eine andere, insbes. mechanische Energie. Beispiele: Kolbendampfmaschine, Dampfturbine, Wasserturbine, Windrad, Verbrennungsmotor, Gasturbine, Heißluftmotor, Elektromotor. Gegensatz: Arbeitsmaschine, Verarbeitungsmaschine.

Kraftmesser, **Dynamometer**, Geräte zum Messen von Kräften. Zur Messung statischer Kräfte eignen sich z. B. die Federwaage oder K . in Verbindung mit einem Druckmesser. Drehende Kräfte (z. B. bei Kraftmaschinen) werden indirekt durch Messung ihrer Drehmomente oder der geleisteten mechan. Arbeit bestimmt ($\rightarrow$ Bremsleistung).

Kraftpflug, **Maschinenpflug**, mit Maschinenkraft angetriebener Pflug. Bei Seilpflügen wird das ein- oder mehrreihige Pfluggerät mit Seilzug über den Acker gezogen, bei Gangpflügen hinter eine Zugmaschine (Schlepper, Traktor) gehängt (**Anhängerpflug**) oder von dieser getragen (**Anbaupflug**).

Motorpflüge sind meist Seilpflüge mit Kipppflügen, sie werden dort eingesetzt, wo große Flächenleistungen und schwere Pflugarbeit verlangt wird.

Kraftfahrad, abgek. **Krafad**, **Motorrad** (hierzu TAFEL), ein durch Verbrennungsmotor angetriebenes zweirädriges, einspuriges Fahrzeug, das durch Anbau eines Seitenwagens zu einem zweispurigen, dreirädrigen Fahrzeug wird.

Der **Rahmen** besteht aus Stahlrohren oder wird jetzt meist aus Stahlblech gepreßt als Schalenrahmen, dessen Hälften zusammengeschweißt werden. Der Schalenrahmen hat geringes Gewicht bei großer Steifigkeit.

Die Räder sind in Gabeln geführt und diesen gegenüber abgedeutet, oder die Gabeln sind gegenüber dem Rahmen abgedeutet. Die Vordergabel ist

im Steuerkopf des Rahmens auf Längskugellagern schwenkbar gelagert. Die Lenkung des K . wird im wesentl. durch Gewichtsverlagerung des Fahrers, zum kleineren Teil durch Lenkkräfte bewirkt. Die Führung der Räder ist heute entweder eine Geradföhrung in Teleskopprohren (Vorderrad) oder eine Kreisbogenföhrung auf einer zapfengelagerten Schwinge (meist Hinterrad, neuerdings auch Vorderrad).

Zur Federung werden fast ausschließlich Schraubenfedern, meist gekapselt, verwendet. Zur Dämpfung von Federerschwingungen finden sich bei allen hochwertigen Fahrwerken Schwingungsdämpfer, heute vorwiegend hydraulische, seltener Reibungsdämpfer. Trotz der Verbesserung der Radabfederung werden noch vorwiegend hochwertige Schwingesätel, z. T. sogar mit Dämpfung, verwendet.

Der Vorderrad wird als Föhrungsreifen meist mit Rillen in Umfangsrichtung versehen, der Hinterrad erhält ein Stollenprofil. Gesetzlich sind zwei voneinander unabhängige Bremsen vorgeschrieben, die meistens als Innenbackenbremsen, manchmal auch als Vollnabenbremsen ausgeföhrt werden. Die rechts am Lenker angebrachte Handbremse wirkt auf das Vorderrad, die nach der Norm vor der rechten Fußraste befindl. Fußbremse auf das Hinterrad. Die Vorderbremse wird durch Bowdenzug betätigt, die Hinterbremse meist durch Gestänge oder auch, bes. bei Seitenwagenmaschinen, durch Öldruck, wodurch leicht auch das Seitenwagenrad mitgetrieben werden kann. Infolge der dynam. Achslastverlagerung ist die Vorderbremse wirkungsvoller als die Fußbremse.

Die **Antriebsleistung** wird von luftgekühlten Ottomotoren erzeugt. Zur besseren Wärmeabföhrung sind Zylinder und Zylinderkopf tief verrippt sowie mindestens der Zylinderkopf aus Leichtmetall gegossen. Bis zum Hubraum von 200 cm³ herrscht der Zweitaktmotor vor, über 200 cm³ der Viertaktmotor. Serienmäßige Kraftfahrmotoren erreichen Litterleistungen bis zu 70 PS/l bei Zweitaktmotoren und bis 75 PS/l bei Viertaktmotoren. Bei Hubräumen über 200 cm³ werden in steigendem Maße Zweizylindermotoren gegenüber den bisher verbreiteten Einzylindermotoren bevorzugt. Am meisten verbreitet ist der Parallel-Zweizylinder- (Twin), weniger der Boxer-, selten der V-Motor ($\rightarrow$ Verbrennungsmotor). Das Anwerfen des K -Motors geschieht durch Treten des Kickstarters. Dieser sitzt auf einer aus dem Getriebegehäuse herausragenden Welle und steht im Gehäuse über ein Zahnsegment mit einem Zahnrad auf der Hauptwelle des Getriebes in Verbindung. Dieses über eine Klauenkupplung eingreifende Zahnrad wird sofort gelöst, wenn der Motor anspringt.

Die **Kupplung** ist gewöhnlich als meist im Ölbad laufende Mehrscheiben- (Lamellen-) Kupplung, selten als Einscheiben-Trockenkupplung ausgebildet; sie wird über einen Bowdenzug durch einen Handhebel am linken Lenkerende betätigt. Es gibt auch selbsttätige Kupplungen, die automatisch vor dem Einrücken des Ganges betätigt werden.

Das **Wechselgetriebe** ist ein meist vier-, seltener dreistufiges Schubklauen- oder Ziehkeilgetriebe, bei dem alle Zahnräder ständig im Eingriff sind. Kettengetriebe werden seltener verwendet. Geschaltet wird heute mit dem Fuß, in Ausnahmefällen mit der Hand.

Die **Kraftübertragung** vom Getriebe zum Hinterrad wird meist durch eine Rollenkette bewirkt, die bei den deutschen Maschinen durchweg vollgekapselt ist und bei einigen ständig im Ölbad läuft. Der Kardan-Antrieb wird bei einigen hochwertigen, meist mit Boxermotoren ausgerüsteten K . verwendet. Da der Antrieb aber unelastisch ist, muß ein elastisches Zwischenglied die Stoßbeanspruchungen aufnehmen.

Der **Kraftstoffbehälter** ist zwischen dem Lenker und dem Sattel, oft auf Gummi gelagert, befestigt.

Zur **Schmierung** wird beim Triebwerk Motorenöl verwendet, beim Fahrwerk Fett. Bei der für Zweitaktmotoren üblichen Mischungsschmierung wird das Öl dem Kraftstoff zugesetzt; es gelangt mit diesem zu den Lagern und auf die Kolbenlaufbahn.

Kraftschluß – Kraftwagen

Viertaktmotoren haben selten Frischölschmierung, häufiger Druckumlaufschmierung mit Förderung durch eine Ölpumpe.

Die elektr. Ausrüstung des K. umfaßt die Zünd- und die Lichtanlage mit Batterie, Zündspule, Unterbrecher mit Kondensator und Zündkerze, Lichtmaschine mit Spannungsregler und den Verbrauchern: Lampen im Scheinwerfer, Rück- und Stopplicht sowie → Hupe. Meist werden Lichtmaschine und Zündanlage zu einem Aggregat zusammengefaßt, wobei der Anker der Lichtmaschine mit dem Unterbrechernocken unmittelbar auf der Kurbelwelle montiert ist (Lichtbatteriezündung). Während Gebrauchs-K. fast ausschließlich mit Batteriezündung ausgerüstet werden, haben Rennmaschinen oft Magnetzündung.

ARTEN. Die K. werden nach der Größe des Hubraumes unterschieden. Dieser wird im wesentlichen durch die Besteuerungs- und Versicherungsklassen sowie durch die Klasseneinteilung der Rennmaschinen bestimmt. Letztere werden mit Hubräumen von 125, 250, 350 und 500 cm³ gebaut; die Serienmaschinen dagegen außerdem mit 100, 150, 175, 200 und in Einzelfällen auch 300 und 400 cm³. Der Schwerpunkt der Erzeugung liegt derzeit (1955) bei K. mit 250 cm³, K. mit mehr als 350 cm³ Hubraum werden nur bei Gespannbetrieb sinnvoll ausgenutzt.

1960/61 befanden sich in der Bundesrep. Dtl. 1701 000, in Italien 2442 000, in Frankreich 1800 000, in Großbritannien 1468 000, in Japan 1 400 000, in USA 580 000 K. in Betrieb.

W. THOELZ: Motorrad und Motorroller (1957).

Kraftschluß, die Sicherung der Berührung der im → Elementenpaar miteinander beweglich verbundenen Getriebeglieder durch eine äußere Kraft, z. B. Rolle auf Kurve. Gegensatz: → Formschluß.

Kraftstoffe, → Treibstoffe.

Kraft-Verlängerungs-Schaubild, → Zugversuch.

Kraftverstärker, ELEKTROAKUSTIK: Röhrenverstärker, durch den Niederfrequenzschwingungen geringer Spannung, die z. B. von einem Mikrofon, einem Tonfilmgerät, einem Schallplattentonabnehmer od. dgl. abgegeben werden, verstärkt und auf eine solche Leistung gebracht werden, daß auch große Lautsprecher damit betrieben werden können. Anwendung: Filmtheater, Großlautsprecheranlagen für Massenversammlungen, Lautsprecheranlagen für Bahnhöfe, für Omnibusse usw.

Kraftwagen, Automobil, kurz Auto, durch einen Motor, meist Verbrennungsmotor, angetriebenes drei-, vier- oder mehrträdriges, zweispuriges Landfahrzeug (hierzu TAFEL).

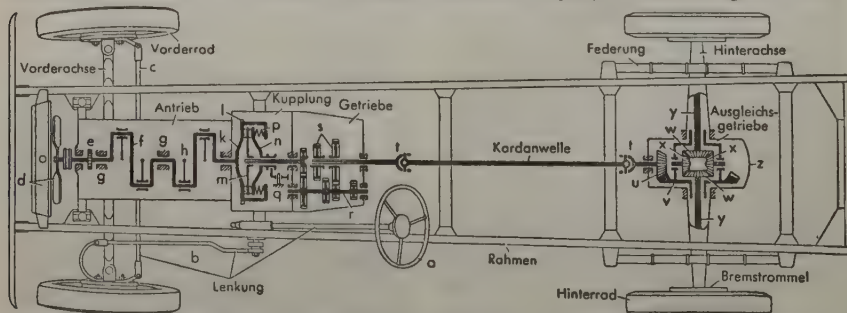
Während früher das Chassis, das Fahr- und Triebwerk umfaßte, und die Karosserie (Aufbau) selbständige Einheiten waren, die wahlweise kombiniert

werden konnten, gewinnt im heutigen Kraftwagenbau die Bauweise der selbsttragenden Karosserie wegen ihres geringen Gewichtes immer mehr Bedeutung. Sie wird im montierten Zustand mit dem Rahmen verschraubt. Die Ganzstahlbauweise der Karosserie mit gepreßten Stahlblechen und Stahlblechprofilen hat sich in großem Umfang durchgesetzt. Bei Gemischbauweise besteht die Karosserie aus einem Holzgerippe mit Stahlblechummantelung. Bei der bei Kleinwagen, Einzelaufbauten oder kleinen Stückzahlen angewandten Holzbauweise wird ein Hartholzgerippe mit Sperrholz beplankt, das einen Überzug von Kunstleder erhält. Leichtmetallkarosserien sind bisher nur bei reinen Sportfahrzeugen üblich. Karosserien aus mit Kunstharz getränktem Glasfasergespinn (Kunststoffkarosserien) sind sehr leicht. – Da der Luftwiderstand mit dem Quadrat der Geschwindigkeit zunimmt, entfällt auf ihn bei höheren Geschwindigkeiten der überwiegende Anteil des gesamten Fahrwiderstandes. Er läßt sich verringern durch eine gut abgerundete, glatte Vorderfront, strömungsgünstige Verkleidung vorspringender Teile, möglichst glatte Unterseite.

Bei K. in nicht selbsttragender Bauweise verbindet der Rahmen die Teile des Fahr- und Triebwerks zu einem Ganzen. Die verschiedenen Bauarten wie Profil-, Kasten-, Rohr- und Plattformrahmen werden meist aus durch Schweißung und Nietung verbundenen Längs- und Quertägern gebildet. K. mit selbsttragendem Aufbau haben gewöhnlich keinen eigentl. Rahmen, sondern Verstärkungen am Aufbau, an denen die Teile des Fahr- und Triebwerks befestigt werden. Am Rahmen sind die Blatt-, Schrauben- oder Torsionsstabfedern befestigt, die die Stöße der Fahrbahn mildern. Die Achsen tragen über die Federn den Rahmen mit dem Aufbau. Während man bei Last-K. meist noch von einer Vorder- und Hinterachse sprechen kann, haben sich bei den Vorderrädern der Personenwagen durchweg → Achsanordnungen eingeführt, die keine durchgehende eigentliche Achse haben.

Die Kraft zur Vorwärtsbewegung wird im Motor (meist → Verbrennungsmotor) erzeugt und auf die Treibräder übertragen. Für Personen-K. wird vorwiegend ein Ottomotor, für Last-K. in Dtl. meist der wirtschaftlichere Dieselmotor verwendet. Die Nutzleistung eines Motors wird als → Bremsleistung angegeben. K. mit elektr. Antrieb → Elektrofahrzeug.

Je nach Anordnung des Motors im Fahrzeug wird die Kraft vom Wechselgetriebe entweder über die Kardanwelle übertragen oder direkt auf das Ausgleichgetriebe (Differential), das die Kraft dann auf die Treibwellen mit den Treibrädern verteilt. Es hat mit seinem Kegelrad- oder Schneckenradpaar zunächst die Aufgabe, die rechtwinklig zur Gelenk-



Kraftwagen: Aufbau von Fahr- und Triebwerk eines Kraftwagens mit Hinterradantrieb (schematisch): a Lenkrad mit Lenksäule und Lenkgetriebe, b Lenkstange, c Spurstange, d Kühlung, e Steuerrad (z. B. Antrieb der Nockenwelle, Einspritzpumpe usw.), f Kurbelwelle, g Lager, h Pleuelstange, k Kupplungsscheibe mit Zahnkranz l für Anlasser, m Kupplungsscheibe, n Kupplungsdruckplatte, p Feder, q Kupplungshebel, r Vorlagewelle mit Zahnradern, s Schalträder (verschiebbar auf der Welle in axialer Richtung oder in ständigem Eingriff mit Klauenkupplungen), t Kardangelenke, u Antriebsritzel, v Tellerrad mit Ausgleichgehäuse (im Schnitt), w Antriebsrad, x Ausgleichsrad, y Antriebswelle, z Hinterachsgehäuse.

welle liegenden Triebbradachsen anzutreiben. Außerdem enthält es in seinem Gehäuse noch Kegel- oder Stirnradpaare, die bei Kurvenfahrt die verschiedenen großen Wege der äußeren und inneren Räder ausgleichen. Außer der herkömmlichen Anordnung mit vorn liegendem Motor und angetriebenen Hinterrädern haben auch der Vorderradantrieb und der Heckmotor große Verbreitung gefunden, wobei das ganze Triebwerk zu einem geschlossenen Block zusammengefaßt werden kann. Bes. für Last-K- und Omnibusse hat sich der Unterflurmotor durchgesetzt.

Von der Kurbelwelle des Motors wird die Kraft über die → Kupplung auf das Getriebe übertragen. Die Kupplung ermöglicht dem Fahrer nach Bedarf die Trennung oder Verbindung von Motor- und Getriebewelle. Die Kupplung ist jedesmal zu lösen, bevor ein Gang ein- oder ausgeschaltet werden soll. Beim Einbau eines Freilaufs im Wechselgetriebe kann das Kupplern entfallen, wenn der Motor nach Gaswennahme auf die Leerlaufdrehzahl abgefallen ist. Von der Kupplung wird die Motorleistung auf das Getriebe übertragen, → Kraftwagengetriebe.

Der Kraftstoff wird vom Kraftstoffbehälter dem Motor entweder unter natürl. Gefälle (nur noch bei kleinen K. üblich) oder mit Kraftstoffpumpe zugeführt. Die Pumpe wird von der Nockenwelle des Motors durch einen Exzenter angetrieben, selten elektrisch.

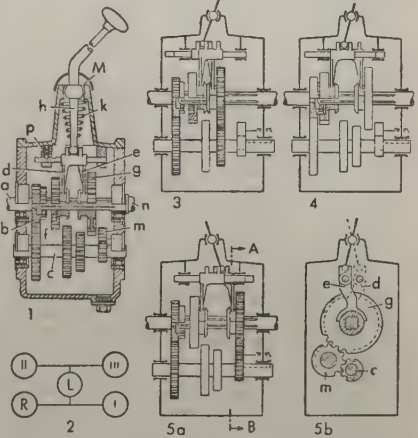
Die Schmierung ist meist eine Druckumlaufschmierung mit dem Ölvorrat in der Kurbelwanne und Förderung durch eine Zahnradölpumpe zu den einzelnen Schmierstellen unter Druck. Die Trockensumpfumlaufschmierung findet ebenso wie Tauch- und Frischölschmierung kaum noch Verwendung. Dagegen hat sich bei den kleinen Zweitaktmotoren die Mischschmierung gut bewährt, bei der das Öl dem Kraftstoff meist im Verhältnis 1:25 beige-mischt wird. Die Lager und Gelenke am Fahrgestell werden entweder mit der Fettresse oder durch eine Zentralschmierung geschmiert.

Die elektr. Ausrüstung des K. umfaßt Lichtmaschine, Batterie, Anlasser, Zünd- und Signaleinrichtung (elektr. Hupe, Fahrtrichtungsanzeiger, Bremslicht), Scheinwerfer, Scheibenwischer und Innenbeleuchtung. Die zur Führung des K. erforderlichen Bedienungs- und Überwachungsorgane sind am Fahrersitz zusammengefaßt. Aus der Spritzwand ragt die Lenksäule mit dem Lenkrad und dem Hupeknopf oder -ring heraus. Unter der Lenksäule befinden sich von links nach rechts Kupplungs-, Brems- und Gaspedal (für die Kraftstoffzufuhr). Der Schalthebel liegt häufig noch in der Mitte des Wagens vor oder zwischen den Vordersitzen und läßt eine unmittelbare Betätigung des Wechselgetriebes zu, doch setzt sich allmählich die Lenkradschaltung durch, bei der der Schalthebel an der Lenksäule unter dem Lenkrad angeordnet ist. Auch der Handbremshebel wird heute an die Spritzwand links von der Lenksäule verlegt.

Personenkraftwagen (Pkw) werden nach der Größe des Hubraums unterschieden in Kleinwagen von 0,3 bis 1,0 l, mittlere Wagen von 1,1 bis 2,0 l und große Wagen über 2 l Hubraum. — Der offene Wagen kommt heute fast nur noch als reiner Sportwagen mit zwei Sitzen vor. Der geschlossene Wagen, Limousine, wird als Vier- bis Sechssitzer mit zwei oder vier Türen gebaut. Bei der *Falt- oder Sonnendachlimousine* besteht ein Teil des Daches aus wasserdichtem Stoff und läßt sich in seitlichen Führungen verschieben, wobei das Verdeck gefaltet wird oder ein Teil des Stahldaches wird in Führungen verschoben. Eine andere Abwandlung ist die *Kabrio-Limousine*, bei der das ganze Verdeck von der Windschutzscheibe bis zum Kofferraum zusammengerollt werden kann und nur die Seitenwände stehenbleiben. Das *Coupe* ist eine meist zweisitzige, immer aber zweitürige, sportlich geformte Limousine. Eine neuere Limousinen-Bauart ist der *Kombiwagen*. Das *Kabriolett* hat ein sehr stabiles Klappverdeck, das mit wenigen Handgriffen geöffnet und geschlossen werden kann.

Lastkraftwagen (Lkw) bis zu einer Nutzlast von

750 kg werden mit Kasten- oder Pritschenaufbau meist auf Personenwagenfahrgestellen montiert (*Lieferwagen*). Für Nutzlasten über 1 t sind stärkere Fahrgestelle erforderlich. Die Tragfähigkeit ist begrenzt durch den zulässigen Achsdruck. Bei Verteilung auf drei Achsen werden Nutzlasten bis 20 t erreicht. Bei größeren Transportanforderungen werden Anhänger verwendet. Entsprechend der Erhöhung der Gesamtgewichte der Lastzüge sind die Motorleistungen ständig gestiegen (bis 210 PS). Fahrzeuge, die oft auf Baustellen oder im Gelände fahren müssen, werden mit Allradantrieb ausgerüstet, der die Geländegängigkeit erhöht. Es gibt *Kastenwagen* mit geschlossenem Aufbau, *Pritschenwagen* mit herunterklappbarer Seiten- und Rückwand, *Kipper* und *Sattelschlepper*. Letzterer besteht aus einem verkürzten Lastwagenfahrgestell, auf das ein Anhänger ohne Vorderachse aufgesattelt wird. Vorteil dieser Bauart ist die größere Wendigkeit. → Omnibusse werden durchweg noch auf Lastwagenfahrgestellen montiert.

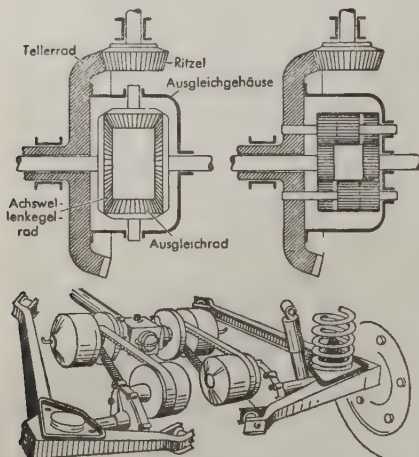


Kraftwagengetriebe: 1 Schnitt durch ein Dreiganggetriebe mit Kugelschaltung (Getriebe in Leerlaufstellung); a Kupplungswelle mit dem Zahnrad b (rechts Außenklauen für III. Gang), c Vorlegewelle, d e Schaltgabeln, f Schalträder für II. Gang, mit inneren Klauen für III. Gang, g Schalträder für I. Gang und Rückwärtsgang, h Schalthebel, k Rückholfeder für Schalthebel, m Zwischenzahnrad des Rückwärtsganges, n Getriebewellen (drehbar gelagert im Zahnrad b), p Arretierung für Gänge, M Kugelpackung der Schalthebel. 2 Stellungen des Schalthebels. Die Zahlen geben die eingeschalteten Gänge an (L Leerlauf, R Rückwärtsgang). 3 I. Gang ist eingeschaltet. 4 Der III. (direkte) Gang ist eingeschaltet. 5a Der Rückwärtsgang ist eingeschaltet. 5b Querschnitt A-B von 5a (2-5b schematisch dargestellt).

Kraftwagengetriebe sind meist gestufte Zahnradgetriebe. Sie sind nötig, da der Verbrennungsmotor seine Höchstleistung und sein größtes Drehmoment nur in einem engbegrenzten Drehzahlbereich abgibt, so daß durch Übersetzung erreicht werden muß, daß der Motor bei jeder Fahrgeschwindigkeit in diesem günstigen Drehzahlbereich arbeitet. Für das Anfahren wird die größte Übersetzung, der erste Gang, verwendet. Bei Steigerung der Fahrgeschwindigkeit werden die nächstkleineren Übersetzungen eingeschaltet, bis mit dem höchsten Gang, der entweder direkt, d. h. ohne Übersetzung, oder ins Schnelle übersetzt ist, die Höchstgeschwindigkeit erreicht wird. In der Regel setzt man die Antriebszahnradpaare auf eine Vorgelegewelle, die über ein Zahnradpaar von der Kupplungswelle angetrieben wird. Das hat den Vorteil, daß im direkten Gang Kupplungswelle und Abtriebswelle (Getriebewelle)

Kraftwerk

welle) unmittelbar gekuppelt werden können, ohne die Kraft über Zahnräder zu leiten; dadurch ist der direkte Gang geräuscharm. Geschaltet wird bei der ältesten und einfachsten Form durch Längsverschieben des auf der genuteten Abtriebswelle sitzenden Zahnrades bis zum Eingriff mit dem Gengrad auf der Vorgelegewelle.



Kraftwagengetriebe: Ausgleichgetriebe; links Kegelsrad-Differential, rechts Stirnrad-Differential, unten stufenloses Kraftwagengetriebe

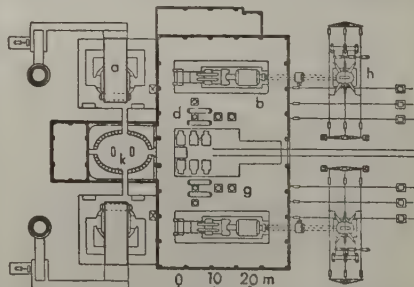
Zur Erleichterung des Schaltens strebt man die Synchronisierung und Automatisierung der Schaltvorgänge an. *Synchrongetriebe* verwenden im Dauerengriff befindl. Zahnradpaare statt Schieberäder. Die Verbindung des lose laufenden Radsatzes mit der genuteten Abtriebswelle wird in jedem Gang über eine Schaltmuffe mit Klauen hergestellt, die eine als Reibungskupplung wirkende Synchronisier Vorrichtung hat, durch die beide Klauenteile vor dem ineinandergreifen auf gleiche Drehzahl gebracht und geräuschlos ineinandergeschaltet werden können. *Selbsttätig schaltende Getriebe* sind gewöhnl. Zahnradgetriebe, bei denen die Gänge in Abhängigkeit von der Motordrehzahl durch Ausnutzung der Fliehkraft von Fliehgewichten selbsttätig geschaltet werden. Seltener werden K. als *Umlauf- oder Planetengetriebe* gebaut. Durch Anordnung mehrerer Planetenradsätze auf einer Welle entstehen Planetengetriebe mit mehreren Gängen, mit denen jeder Gang sehr weich und sehr schnell durch Abbremsen des betreffenden Außenringes eingeschaltet werden kann. Ähnliche Getriebe mit einem Zahnradatz werden auch als *Fernganggetriebe* in manchen Fällen an das normale Wechselgetriebe angeflanscht, um die Motordrehzahl bei Schnelfahrt herabzusetzen.

Stufenlose K. sind hydrodynam. Getriebe (*Flüssigkeits-, Föttingergetriebe*, auch *Strömungsgetriebe, Wandler*). Als Übertragungsmittel dient dünnflüssiges Öl von möglichst hohem spez. Gewicht. Da die Verbindung zwischen Antriebs- und Abtriebswelle nur durch das strömende Öl hergestellt wird, ist der Antrieb sehr weich. Strömungsgetriebe haben nur in einem engebegrenzten Drehzahlbereich guten Wirkungsgrad, weshalb man sie entweder mit mehreren Zahnradstufen kombiniert oder mehrere Strömungsgetriebe für verschiedene Übersetzungen parallel anordnet und abwechselnd durch Umfüllen des Öles einschaltet. Da die Strömungsgetriebe nicht in der Drehrichtung umschaltbar sind, müssen sie mit einem Wendegertriebe versehen sein. Bei Fahrzeugen mit Allradantrieb sind *Drehmomentverteilergetriebe* eingebaut, die das Motordrehmoment entsprechend dem Achsdruck verteilen.

Stufenlose mechanische K. haben meist eine stetig veränderbare Übersetzung mit form- oder reibschlüssiger Kraftübertragung. Bei Kleinwagengetrieben dienen zur Kraftübertragung Keilriemen, wobei die Übersetzung zwischen 20:1 und 4,4:1 durch wechselseitiges Zusammen- und Auseinanderücken der geteilten Riemenscheiben geändert werden kann. Die Verstellung wird beim Anfahren, ausgehend von der größten Übersetzung durch die Fliehkraft umlaufender Gewichte, bewirkt und außerdem vom Unterdruck in der Ansaugleitung des Motors über eine Druckdose beeinflusst. Der Rückwärtsgang wird mechanisch geschaltet.

Kraftwerk (hierzu TAFELN), Anlage zur Erzeugung von elektr. Energie, in der gleichbedeutenden techn. Ausdrucksweise: Anlage zur Stromerzeugung. Der Strom wird heute praktisch ausschließlich durch Generatoren erzeugt. Die erforderl. mechan. Antriebsenergie entzieht man dem Wasser, dem Wind o. a. Trägern von Bewegungsenergie, Trägern von chemischer Energie, wie Kohle und Erdöl, über den Umweg der Wärmekraftmaschinen, den natürlich vorgefundenen Wärmegefallen selbst, sowie den Trägern von Kernenergie über → Reaktoren und Wärmekraftmaschinen. Man unterscheidet danach Wärme-, Wasser-, Wind- und Atom- oder Kern-K.

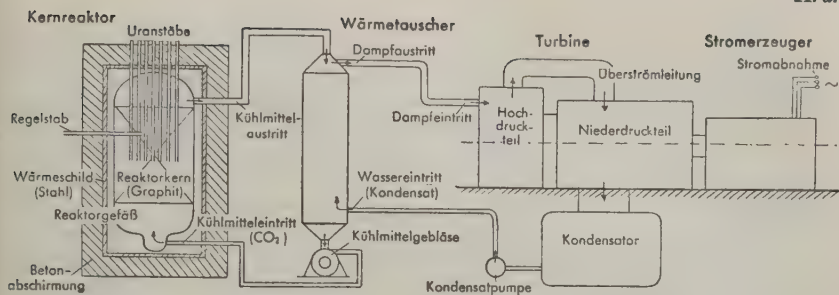
WÄRME-K. sind vor allem *Dampfkraftwerke*. Der Brennstoff ist Braun- oder Steinkohle, bisweilen Gas, Torf, Öl u. a. Braunkohlenwerke sind meist Grundlastwerke und in unmittelbarer Nähe von Gruben gelegen. Steinkohlenwerke kommen in Verbindung mit Zechen vor (Verwertung von Abfallkohle), oder sie sind nahe den Verbrauchsschwerpunkten, meist an Wasserstraßen gelegen wegen günstiger Anlieferung der Kohle. Diese wird entweder in Stücken oder nach vorheriger Vermahlung als Kohlenstaub verbrannt. Die Feurgase umspülen die Röhren der Kesselanlage, geben ihre Restwärme in Wasser- und Luftvorwärmern ab und entweichen – manchmal nach Entschmutzung durch Filter oder elektrostatische Rauchgasreiniger – durch hohe Schornsteine oder künstliche Essenzüge. Temperaturen und Zusammensetzung der Rauchgase



Kraftwerk 1: Grundriß des Dampfkraftwerkes Tavazzano in Mailand; a Kessel, b Hauptturbosatz, d Vorwärmer, g Verdampfer, h Maschinenumspanner, k Steuerzentrale.

werden ständig überprüft, ebenso Dampfdruck und -temperatur, mit deren Höhe der Wirkungsgrad zunimmt; die Grenze ist durch die Widerstandsfähigkeit des Materials gegeben.

Im *Kern-K.* (*Atom-K.*) wird die Feuerung des Dampfkessels durch den Kernreaktor ersetzt. Die bei der Spaltung des Urans freiwerdende Energie setzt sich größtenteils in Wärme um. Mit Hilfe eines durch Rohrsysteme strömenden Kühlmittels (Gas, Wasser, flüssige Metalle) wird die Wärme aus dem Reaktorkern zum Wärmetauscher abgeführt (Primärkreis), der die Rolle des Rohrsystems im Dampfkessel herkömmlicher Bauart übernimmt. Das von der Turbine zurückfließende Kondensat erwärmt sich im Wärmetauscher (Sekundärkreis), wird in Dampf verwandelt und strömt zur Turbine zurück, die – wie beim herkömmlichen Dampfkraftwerk –



Kraftwerk 2: Kreislauf der Energieerzeugung im Kernkraftwerk (schematisch)

den Stromerzeuger antreibt. Da sich ein Teil der Spaltungsenergie in radioaktive Strahlung umsetzt, muß der Reaktorkern sowie der radioaktiv verseuchte Primärkreis durch Blei, Stahl und Beton nach außen abgeschirmt werden, um das Bedienungspersonal nicht zu gefährden. – Der erste elektr. Strom aus Atomkernen wurde 1951 in einem amerikanischen Forschungsreaktor erzeugt. Die erste mit Atomenergie betriebene bewegl. Kernkraftanlage war das amerikanische U-Boot „Nautilus“, während das erste Kern-K. 1954 in der Sowjetunion betriebsfähig wurde. Kern-K. bedingen wegen der schwierigen Technologie und der notwendigen Sicherheitsmaßnahmen (Abschirmung, u. U. Stahlhülle, die den gesamten Reaktor umhüllt) hohe Baukosten, dagegen sind der Brennstoffverbrauch und die Transportkosten für den Spaltstoff gering.

Man bevorzugt heute für größere K. Hochdrucke bis 125 atü und 500°C. Statt Wasserdampf verwendet man auch andere Stoffe, so z. B. in den USA Quecksilberdampf. Aus dem Kessel(haus) tritt der Dampf in die Dampfturbinen im Maschinenhaus ein. Da moderne Kessel plötzlichen Anforderungen höherer Belastung in wenigen Minuten genügen können, werden – zus. mit → Verbundwirtschaft – Dampfspeicher zum Ausgleich von Ungleichmäßigkeiten im Dampfverbrauch nur in Ausnahmefällen aufgestellt, z. B. für Abfalldampf. In dem mit der Turbine gekuppelten Generator wird der Strom erzeugt, meist als Drehstrom mit 6 oder 10 kV und 50 Hz, und zum Schaltbus mit den Hauptschaltanlagen, Verteilungstafeln, Meßinstrumenten, Befehls- und Fernverständigungseinrichtungen u. dgl. geleitet; von hier aus wird die Netzversorgung, die Kuppelung mit anderen Werken usw. geregelt oder, soweit sie selbsttätig erfolgt, überwacht.

Öl-K. verwenden entweder Öl als Brennstoff (Anlagen in den USA; Schiffskesselfeuernungen), oder sie haben an Stelle von Dampfkesseln und -turbinen Ölmotoren (→ Dieselmotoren). Vorteile: geringerer Kapitalbedarf, schneller Anlauf, also stets Betriebsbereitschaft. Nachteil: Überwiegen der Brennstoffkosten; daher in Deutschland nur vereinzelt als Spitzen-K. in Gebrauch.

Wärme-K. besonderer Art sind solche, die z. B. die Erdwärme ausnutzen (Vulkan-K. Larderello am Vesuv) oder (in trop. Gebieten versucht) Temperaturunterschiede zwischen Meeresoberfläche und Meerestiefe oder die Sonnenwärme in Dampf-K. nutzbar machen. Die direkte Stromerzeugung aus Wärme (Thermoelektrizität) ist über Laboratoriumsversuche hinaus noch nicht entwickelt.

WASSER-K. nutzen die Wasserdarbietung von Flüssen oder die Fallhöhen natürlicher oder künstl. Wasserfälle, der Abflüsse von (Stau-)Seen u. a., → Wasserkraftwerk. Sie erfordern im allgem. hohe Anlagekosten, sind also nur wirtschaftlich bei hoher Benutzungsdauer. (→ Gezeitenkraftwerk).

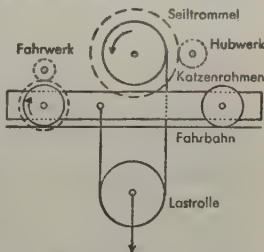
Die Wind-K. haben zum Vorläufer die Windmühlen und Windräder (Windturbinen). Der Wirkungsgrad des Wind-K. nimmt mit steigender Windgeschwindigkeit zu. Bisher sind Groß-Wind-K. bis zu 250 m Höhe und 10 000 kW Leistung pro-

jektiert worden. Ein Wind-K. besteht aus dem Windmotor, der über ein Gestänge den Generator treibt. Bei schwachen Winden wird das Netz aus einer Akkumulatorbatterie gespeist, die bei Windmotorbetrieb aufgeladen wird (→ Windkraftanlage).

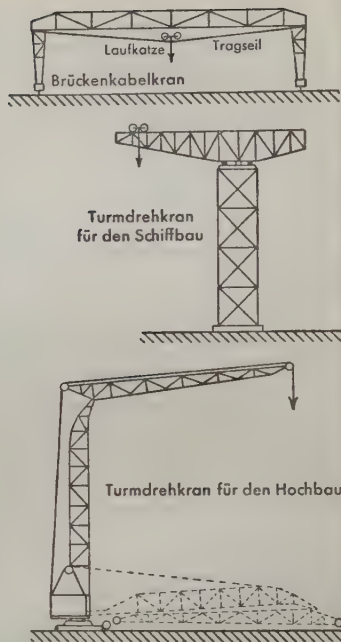
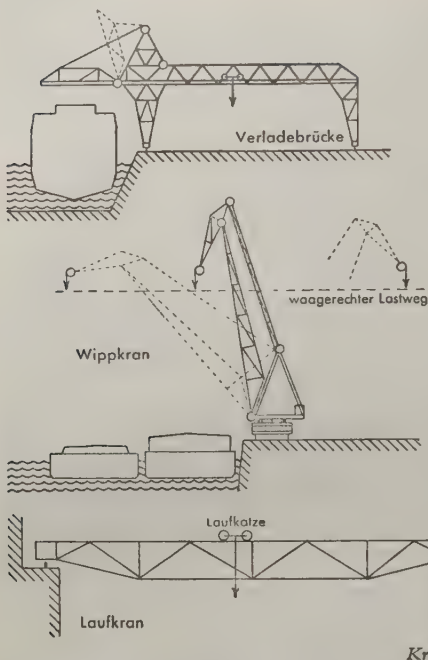
Groß-K. sind K. großer Leistung, im allgem. etwa ab 50 000–100 000 kW; sie arbeiten meist als Grundlastwerk, d. h. sie bestreiten eine im Tageslauf nahezu gleichbleibende Leistungsanforderung eines Stromversorgungsgebiets, mit Ausnahme z. B. der riesigen Spitzen-K. von Weltstädten oder Industriezentren. Spitzen-K. dienen zur Bewältigung der Belastungsspitzen oberhalb der Grundlast.

Kran, Maschine zum Heben, Senken, Versetzen von Lasten.

Lauf-K. werden zum Bestreichen rechteckiger Flächen verwendet; sie bestehen aus einem brückenähnlichen Träger (K.-Brücke, K.-Träger), der auf Schienen an den Gebäudelängsseiten verfährt, und einer auf dem Träger fahrenden Laufkatze mit Winde. Die Fahrwerke werden durch Haspelketten von Hand oder elektrisch mit Steuerung durch Zugketten oder von einem Führerstand in der K.-Brücke angetrieben. – Konsol-K. sind Lauf-K. mit konsolartigem Ausleger, die auf einer an der Wand befestigten Schiene und an einer Führung über dem Ausleger fahren können (Wandlauf-K.). – Bock-K. haben zwei feste oder fahrbare Stützen, auf denen ein kurzer Brückenträger mit einer Laufkatze und Seilwinde ruht. – Bei den Dreh-K. sind die Ausleger mit den Seilführungen um senkrechte Achsen schwenkbar. Bei Wanddreh-K. wird der dreieckförmige Ausleger in einem Spur- und einem Führungslager an der Wand geschwenkt. Das Hubwerk wird meist elektr. angetrieben. Bei fahrbaren Dreh-K. ruht der schwenkbare Ausleger auf einem fahrbaren Unterwagen, der den Bereich des K. stark vergrößert. Die gehobene Last wird durch ein Gegengewicht z. T. ausgeglichen. Die Standfestigkeit wird durch Stützspindeln am Unterwagen oder auch durch Schienenzangen vergrößert. Bei Drehscheiben-K. ist der Ausleger auf einer Drehscheibe aufgesetzt, die auf dem Fundament oder Unterwagen um einen senkrechten Zapfen (Königszapfen) als zentr. Führung auf Rollen schwenkt. Der meist dreieckartige Ausleger kann zum Umschlagen sperriger Lasten geknickt sein. Turmdreh-K. mit Aufwinden der Seile bei feststehendem Ausleger besitzen Tragfähigkeiten bis etwa 200 t. Auf einem hohen, viereckigen oder pyramidenförmig nach oben sich verjüngenden Gerüst schwenkt ein Ausleger. Der Ausleger liegt entweder mit Rollen auf einem oberen Spurkanz des



Laufkatze für einen Kran



Kran

Gerüsts auf oder stützt sich mit einer schwertförm. Verlängerung, die im Gerüst geführt wird, unten in einem Spurlager ab. Ein Gegengewicht gleicht die Last teilweise aus. Kleinere Turmdreh-K. für Hochbauten mit Rollenhöhen bis 50 m und Auslegerlängen bis 25 m, die ein umfangreiches Baugerüst unnötig machen, sind auf Schienen, auch mit engen Kurven, an den Baufronten entlang verfahrbar. Sie können auch auf luftbereiften Rädern fahren (*Auto-K.* mit Tragfähigkeiten bis zu 50 t) oder Umbauformen von Universal-Raupen- oder Autobaggen sein. – *Schwimm-K.* sind meist Ausleger-K. (Drehscheiben- oder Turmdreh-K.) auf Pontons. Beim Anheben der Vollast darf die größte Neigung nur 5–6° betragen, so daß ein Gegengewicht nötig ist (z. B. mit Wasser gefüllter Schwimmkasten). – *Portal-K.* fahren mit dem Portal (torähnli. Gerüst) an Kaimauern oder über Schienensträngen auf Güterbahnhöfen entlang. Auf dem Portal befindet sich ein Dreh-K. mit festem Ausleger oder Wippausleger. – Bei *Wipp-K.* wird nicht, wie bei den anderen K., der Ausleger unter Anheben oder Senken der Last verstellt, die Last bewegt sich vielmehr auf einer nahezu geraden waagerechten Linie, was durch Ausgleichen des Hubseiles oder durch Parallelgramm- oder Ellipsenlenker zum Heben und Senken der Seilrolle an der Auslegerspitze bewirkt wird. *Wipp-K.* sind die am meisten verwendete Kranart. Neue K. dieser Art fahren auf Böcken mit 3 oder 4 Beinen aus gepreßten Profillechen (Häfen Hamburg und Bremen). – K. für Hüttenwerke und Gießereien sind meist Lauf-K. mit besonderen Zusatzeinrichtungen. – *Kabel-K.* wählt man bei großen Spannweiten. Zwischen zwei festen oder fahrbaren oder einer festen und einer im Kreis fahrenden Stütze ist ein Tragseil (Kabel) ausgespannt, auf dem eine Laufkatze durch ein Zugseil verfahren wird, in die manchmal auch der Führerstand verlegt ist. – An einem Brückenkabel-K. ist das Tragseil unter einer waagerechten Brücke ausgespannt, so daß der Träger durch die Last nicht auf Biegung, sondern nur auf Druck beansprucht wird. – *Verladebrücken*

(Brückenkran) unterscheiden sich von Bock-K. durch wesentlich größere Spannweiten. Die eine Stütze ist mit der Brücke fest verbunden und die andere pendelnd gelagert, um Längenänderungen durch Temperaturunterschiede auszugleichen. Das Hebezeug ist ein auf der Brücke fahrender Dreh-K., eine Laufkatze in der Brücke oder eine Drehlaufkatze am unteren Gurt der Brücke. – *Bau-K.* sind außer Turmdreh-K. auch die *Derrick-K.* An einer senkrechten Säule, die durch Seile oder Zugstreben gehalten wird, ist unten ein Ausleger angelinkt, dessen Neigung durch einen Flaschenzug zwischen den Spitzen des Mastes und Auslegers verstellbar wird. *Bauaufzüge* mit einer Säule, an der eine um 180° schwenkbare Plattform oder ein Kübel auf und ab bewegt wird, werden zum Hochbringen von Baustoffen an den Baugerüsten befestigt. *Anlegeaufzüge* mit einer leiterartigen Hubbahn zum Führen des Lastträgers lassen sich an Gebäude oder Gerüste anlehnen. A. TOLKSDORF: Was der Kranführer von seiner Arbeit wissen muß (*1961); H. AUMUND u. F. MECHTOLD: Hebe- und Förderanlagen (*1958); H. ERNST: Die Hebezeuge, 3 Bde. (*1959–61).

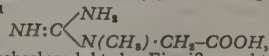
krappen, krabben, Verfahren der Wollappretur: das Gewebe wird mit Wasserdampf behandelt, um Spannungen zu beseitigen.

Kraprot, → Alizarin.

Krarupleitung, FERNSPRECHTECHNIK: Kabelader, die zur Erhöhung der Leitungsinduktivität und damit zur Verminderung der Dämpfung mit Draht oder Band aus einer Eisen-Nickellegierung umspunnen ist. K. werden vorwiegend bei Seekabeln verwendet.

Krater, Mündungsöffnung eines Vulkans.

Kreatin, eine Methylguanidinessigsäure vom Aufbau



Stoffwechselprodukt des Eiweißes, geht unter Ab-

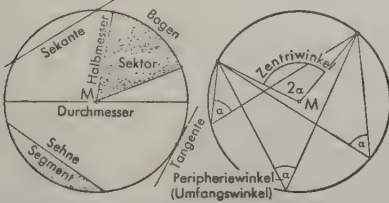
gabe von Wasser in **Kreatinin**, $\text{NH}_2\text{C}(\text{NH})\text{N}(\text{CH}_3)\cdot\text{CH}_2\text{NHCO}$

über. **Kreatinphosphorsäure**, **Phosphokreatin**, spielt eine wichtige Rolle bei der Phosphatübertragung im Muskelstoffwechsel.

Kreide, feinerdiger bis dichter, milder weißer Kalkstein, als marines Flachsee-Sediment in der oberen **Kreideformation** (→ Erdgeschichte), bes. in England, Nordfrankreich, Dänemark und Nordwestdeutschland abgelagert. Verwendung: zum Zeichnen, Polieren, Putzen, für Schmelztiegel und Holzgrundierung, als Bindemittel für Farben, als Düngemittel. Herstellung von **Schreib-K.** früher ausschließlich aus Natur-K., heute meist aus bes. fein gekörntem Gips.

Kreidelithographie, im **STEINDRUCK** eine Arbeitsweise, bei der auf einen gekörnten Stein das Bild mit Fettkreide gezeichnet wird.

Kreis, **GEOMETRIE**: eine ebene Kurve, deren Punkte von einem festen Punkt (**Mittelpunkt M**) einen festen Abstand haben. Der **Kreisumfang**, d. h. die Bogenlänge des K., ist gleich $2\pi r$, sein Flächeninhalt gleich πr^2 , wobei r die Länge des Radius und



Kreis: Alle zu einem Kreisbogen gehörigen **Peripheriewinkel** sind einander gleich und halb so groß wie der zugehörige **Zentriwinkel** (rechtes Bild)

π die **Ludolfische Zahl** (ungefähr 3,14159) ist. Die analyt. Gleichung des K. in kartes. Koordinaten lautet $x^2 + y^2 = r^2$ (**Mittelpunkt** = Koordinatenanfangspunkt). Über **Kreisfunktionen** → **Winkelfunktionen**.

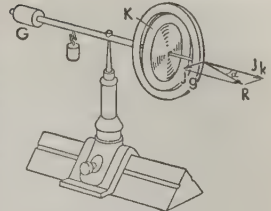
Die **Kreisteilung** ist die geometr. Aufgabe, den K. mit Zirkel und Lineal in eine vorgeschriebene Anzahl p gleich großer Teile zu zerlegen, oder, anders ausgedrückt, dem K. ein regelmäßiges p -Eck einzuschreiben. Sie läßt sich nur lösen, wenn p eine Primzahl ist, die sich in einer der Formen $2^{2^n} + 1$, $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ schreiben läßt (**GAUSS**, 1801). Von diesen **Gaußschen Primzahlen** kennt man nur die mit $n = 0, 1, 2, 3, 4$ gebildeten; für alle bisher untersuchten größeren n ergeben sich keine Primzahlen. Allgemeiner läßt sich genau jedes h -Eck so konstruieren, bei dem h das Produkt einer Potenz von 2 mit lauter verschiedenen **Gaußschen Primzahlen** oder $h = 2^n$ ist.

B. L. VAN DER WAERDEN: Algebra, I (*1960).

Kreisel, **PHYSIK**: ein in einem Punkt festgehaltener, sonst frei beweglicher, starrer, sich drehender (im engeren Sinne: rotationssymmetrischer) Körper. Der **kräftefreie K.**, auf den keine äußeren Kräfte wirken, läßt sich praktisch durch kardanische Aufhängung (**Bohnenbergerscher K.**) verwirklichen. Versetzt man ihn bei festgehaltener K.-Achse (**Symmetrieachse**, **Figurenachse**) in Drehung, so bleibt diese Achse, auch nachdem sie freigegeben ist, in Ruhe (**raumfest**). Erteilt man dem K. durch einen Schlag auf das Ende der Achse eine zusätzl. Bewegung, so beschreibt die Figurenachse einen Kegel um eine neue raumfeste Achse (**Drehimpulsachse**). Diese Bewegung heißt **Nutation**. Ihr Umlaufsinn ist stets gleich dem der K.-Drehung. Durch Reibung wird die Nutation allmählich gebremst, der K. „richtet sich auf“. Die für viele techn. Anwendungen wichtige raumfeste Lage der Drehimpulsachse des kräftefreien K. hat ihren Grund im **Drehimpulserhaltungssatz der Mechanik** (→ **Erhaltungssätze**).

Die Wirkung konstanter äußerer Kräfte auf den K. untersucht man am **schweren K.** mit dem **Gyroskop** (BILD). Durch Verschieben des Gegengewichtes G kann man auf den K. K verschieden große,

nach oben oder unten wirkende Kräfte ausüben. Der sich schnell drehende K. gibt der Wirkung der Schwerkraft nicht nach, sondern weicht seitlich aus, da sich sein Drehimpuls J_z in jedem Moment mit dem von G erzeugten zusätzl.



Kreisel: Gyroskop

lichen Drehimpuls J_z zu einer Resultierenden R zusammensetzt, die vom ursprüngl. Drehimpuls um einen kleinen Winkel α horizontal abweicht. Diese Ausweichbewegungen setzen sich zu einer neuen Drehbewegung zusammen, der **Präzession**. Hat der K. über G das Übergewicht und dreht er sich vom Aufhängepunkt des Gyroskops gesehen rechts herum, so erfolgt die Präzession von oben gesehen links herum, umgekehrt, wenn entweder der Drehsinn des K. oder die Richtung des Drehmoments der Schwerkraft (Übergewicht von G) geändert wird. Der K. versucht sich also so einzustellen, daß er sich in demselben Sinne dreht, wie die Kräfte ihn bewegen wollen. Der Präzession kann eine Nutation überlagert sein.

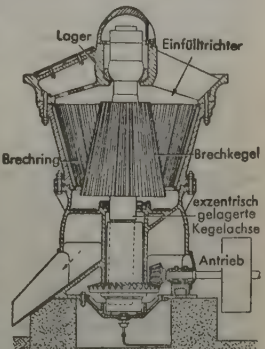
ASTRONOM. **BEDEUTUNG DER K.-GESETZE**. Die Erde ist ein großer K. Da sie aber keine Kugel, sondern ein Umdrehungsellipsoid ist, bewirkt die Anziehungskraft der Sonne auf die verschieden weit entfernten Teile der Erde ein die Erdochse aufrichtendes Drehmoment. Diesem Moment weicht die Erde, wenn man auf den Nordpol sieht, im Uhrzeigersinn aus. Eine ganze Präzessionsdrehung dauert 25800 Jahre. Zu dieser **Sonnenpräzession** kommt noch eine durch die Mondbewegung erzwungene mit einer Periode von etwa 19 Jahren hinzu, die hier im Gegensatz zur obigen Definition nicht Präzession, sondern **Nutation** heißt.

ANWENDUNGEN DES K. sind der **Kreiselkompaß** (→ **Kompaß**) und die **Kreisel-Flugüberwachungsgeräte**, Instrumente zur Flugzeugführung ohne äußere Sicht. Der **Horizontkreisel**, **Kreiselhorizont** oder **künstliche Horizont** zeigt die Quer- und Längsneigung des Flugzeuges zur Horizontlinie an. Er besteht im wesentlichen aus einem stehenden saugluftangetriebenen K., der infolge kardan. Lagerung und Pendel-Rückführung seine Lage im Raum auch bei Bewegungen des Flugzeuges um Längs-, Quer- und Hochachse beibehält. Zum richtigen Kurvenfliegen dient der **Wendeweiseger**, ein K.-Gerät, das um eine quer zur Flugrichtung liegende Drehachse läuft; sein Rahmen ist um eine Längsachse drehbar, so daß der K. bei Flugzeugdrehungen um die Hochachse eine Präzessionsbewegung ausführen kann, die ein Maß für die Winkelgeschwindigkeit der Flugzeugdrehung darstellt.

R. GRAMMEL: Der K., 2 Bde. (*1950); A. SOMMERFELD: Vorles. über theor. Physik, I: Mechanik (*1962).

Kreiselbrecher, Maschine zur Zerkleinerung von Gestein zwischen einem Brechtring aus Hartstahl und einem Brechkegel, der eine zur Achse des Ringes exzentrische Bewegung ausführt.

Kreiselpumpe, wichtigste



Kreiselbrecher (schematisch)

Kreiselverdichter – Kriegsschiffe

und verbreitetste Pumpenbauart, eine Strömungsmaschine mit rotierendem Laufrad. Die Bewegungsenergie wird zum Teil im Laufrad, zum Teil im Druckgehäuse oder im nachgeschalteten Leitrad in Druck umgesetzt. Pumpen mit offenen, halb-axialen Laufrädern für spezif. Drehzahlen (bei der Förderleistung 1 PS und der Förderhöhe 1 m) von 300–500 U/min nennt man **Schraubenpumpen**, mit axialen Laufrädern für spezif. Drehzahlen über 400 U/min heißen sie mit im Betrieb verstellbaren Schaufeln **Kaplanpumpen**, mit festen Schaufeln **Propellerpumpen**. Mehrstufige K. erhalten nach dem Leitrad ein Umkehrleitrad, das die Flüssigkeit ohne Drall dem Laufrad der nächsten Stufe zuleitet (BILD → Pumpe).

C. PFLEIDERER: Die K. (1961).

Kreiselverdichter, eine Strömungsmaschine zur Förderung oder Verdichtung von Luft, Gasen oder Dämpfen mit rotierendem Laufrad. Der Unterschied zu den → Kreispumpen besteht darin, daß: 1) das Fördervolumen sich mit dem Druck ändert, die Laufräder mehrstufiger K. mit fortschreitender Verdichtung kleiner ausgeführt werden, 2) bei Verdichtung eine Temperaturerhöhung eintritt, die vom Verdichtungsverhältnis und von der Kühlung abhängt. Einstufige K. werden als **Ventilatoren**, ein- und mehrstufige als **Gebälse**, mehrstufige als **Kompressoren** verwendet.

Kreisfrequenz, die mit 2π multiplizierte Frequenz einer Schwingung, bei Kreisbewegungen gleich der Winkelgeschwindigkeit.

Krempel, *Karde*, *Kratze*, wichtigste Maschine der Spinnerei, bestehend aus einer großen Trommel (Tambour) und mehreren Walzen (Walzen-K.) oder Deckeln (Deckel-K.), zwischen deren Drahthäkchen die wirren Faserflocken zu Einzelfasern aufgelöst, gleichgerichtet und zu einem Faservlies ausgebreitet werden (Reiß-, Fein- und Vorspinn-K.). Außerdem werden auf der K. Unreinigkeiten und kurze Fasern ausgeschieden.

Kreosot, der bei der Destillation von Buchenholzteer zwischen 150 und 250°C übergehende Anteil, ein Gemisch von Kreosol, Kresolen und Guajakol; ein die Bronchialsekretion hemmendes und desinfizierendes Mittel.

kreponieren, Naßbehandlung von Geweben aus hochgedrehten Garnen in seifen- oder laugenhaltigen Bädern, wodurch die Kreppfäden 'kringeln' und eine krause Gewebeoberfläche auslösen.

Krepp, *Crêpe*, Kleider-, Dekorations- und Möbelstoffe, die durch Bindung (K.-Bindung), Gaufrage, überdrehte Garne (K.-Garne) und Spezialausrüstung (→ kreponieren) ein unruhiges, wirres, narbiges oder faltiges Aussehen besitzen.

Kresole, die Methylphenole, $C_6H_4(CH_3)OH$. Alle drei isomeren K., Ortho-, Meta- und Para-K., finden sich im Steinkohlenteer und im Holzteer. Die K. sind Bestandteile vieler bekannter Desinfektionsmittel. Durch Kondensation von K. mit Formaldehyd entstehen **Kresolharze** (Kunstharze).

Kreuz des Südens, Sternbild des süd. Himmels, nur sichtbar südl. vom 26. Grad n. Br.; seine vier hellsten Sterne bilden ein schiefes Kreuz.

Kreuzkopf, Maschinenteil an Kurbelgetrieben (z.B. Dampfmaschine, Verbrennungsmotor) zur Übertragung der geradlinigen Bewegung der Pleuellstange unter Zwischenschaltung der → Pleuellstange auf den Kurbelzapfen, wobei die senkrecht zur Zylinderachse auftretenden Druckkräfte von der Gradführung aufgenommen werden.

Kreuzscheibe, *Winkelkopf*, *Winkeltrommel*, VERMESSUNGSKUNDE: ein Instrument zum Abstecken gestreckter, rechter und halber rechter Winkel; besteht aus einem in den Boden lotrecht einzustößenden Stock, der oben in einem aufgesetzten Kegelschiffchen die Visiervorrichtungen (in Form von Diopterspalt) trägt, die die genannten Winkel einschließen.

Kreuzschichtung, häufiger Wechsel der Schichtung vorwiegend sandiger Sedimente auf engem Raum nach Richtung und Einfallen.

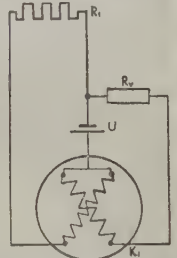
Kreuzspule, der → Cones.

Kreuzspulinstrument, elektr. Meßgerät, Abart des → Drehspulinstruments, mit 2 Spulen, die, wie die Arme eines Andreaskreuzes zueinanderliegend, zusammen das bewegliche Organ bilden. Das K. wird angewendet, um bei Messungen, in die nicht konstante Spannung einer Stromquelle eingeht, wie beim Widerstandsthermometer oder Kurbelinduktor, den Einfluß von Änderungen der Versorgungsspannung auszugleichen. Durch die eine Spule von K (BILD) fließt z.B. beim Widerstandsthermometer ein von der Spannung U und dem festen Widerstand R_v abhängiger Strom. Der eigentl. Meßstrom in der anderen Spule wird durch U und den temperaturabhängigen Widerstand R_t bestimmt. Das Spulensystem nimmt im nicht homogenen Feld eine Stellung ein, in der die beiden entstehenden gegeneinander gerichteten Drehmomente sich die Waage halten. Da die Spannung U an der Bildung beider Drehmomente beteiligt ist, heben eintretende Ungleichmäßigkeiten sich auf. Es wird das Verhältnis zweier Ströme angezeigt; man nennt das Meßwerk eines K. daher auch *Quotientenmeßwerk*.

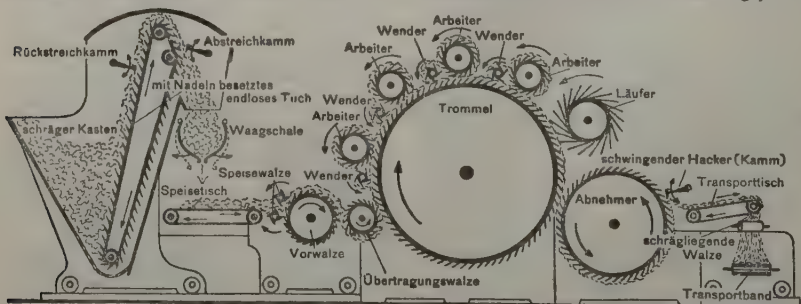
Kriechstrom, unerwünschter Stromübergang entlang der Oberfläche eines Isolierstoffkörpers, auf dem spannungsführende Teile befestigt sind; entsteht, wenn das Isolationsvermögen des Isolierstoffes, z.B. durch Feuchtigkeit, herabgesetzt wird.

Kriegsflugzeuge sind Bomber, Jagdflugzeuge, Aufklärer und Transporter. Techn. Aufbau wie zivile → Flugzeuge, Bewaffnung und Ausrüstung → Bombe, → Maschinenwaffen, → Raketenwaffen, → Fallschirm.

Kriegsschiffe sind Flugzeugträger, Schlachtschiffe, Monitore, Kreuzer, Zerstörer, Schnellboote, U-Boote, Minensuch- und -räumfahrzeuge, Geleitfahrzeuge, U-Boot-Abwehrfahrzeuge, Wach-



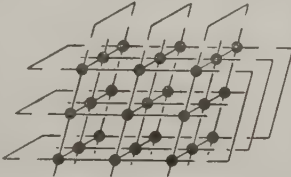
Kreuzspulinstrument



Krempel: Reißkrempel mit Kastenspeiser (nach Broedels Faustskizzen, Die Streichgarnspinnerei)

fahrzeuge. Techn. Aufbau eines Schlachtschiffs vgl. BILD Schiff.

Kristall, fester Körper, dessen Bauelemente (Atome, Ionen, Moleküle) sich während seines Wachstums, der *Kristallisation*, aus Schmelzen, Lösungen, Dämpfen oder anderen festen Körpern räumlich-periodisch anlagern, und zwar nach ebenen Flächen, wenn das Wachstum nicht durch die Umgebung behindert wird. Alle Individuen einer Kristallart haben die gleiche Anordnung der Bauelemente, das gleiche *Kristallgitter* oder *Raumgitter*. Frei gewachsene K. sind daher von ebenen Flächen begrenzt, und für eine jede Kristallart schließen die entsprechenden Flächen stets die gleichen Winkel ein. Die K.-Gitter können



Kristall: Translationsgitter

werden durch *Translation*, d. h. Verschiebung um volle Bauperioden, in eine von der Ausgangslage ununterscheidbare Lage oder zur *Deckung* gebracht werden. Beim *einfachen Translationsgitter* (BILD) läßt jede Strecke zwischen zwei Bauelementen eine Translation zu. Drei Translationsperioden a , b , c sind die *Gitterkonstanten*, das Parallelepiped mit den Kanten a , b , c ist die *Elementarzelle*. Mittels der $\rightarrow$ Strukturanalyse werden die Gitterkonstanten und die Verteilung der Bauelemente in der Zelle bestimmt.

Eine Zelle und mit ihr der anze K. können nach verschiedenen Richtungen den gleichen Aufbau zeigen (*K.-Symmetrie*). Mit Hilfe von *Symmetrieelementen* können gleichartige Richtungen zur *Deckung* gebracht werden; dazu gehören *Drehungsachsen*, *Spiegelebene*n, an denen sich ein Teil des Gitters in den anderen spiegelt, und *Drehspiegelebene*n, die zugleich drehen und spiegeln. Mit dem K.-Gitter sind nur Drehungen um 180° , 120° , 90° , 60° oder 2-, 3-, 4- und 6zählige Symmetrieachsen vereinbar. Die 2zählige Drehspiegelebene wird meist als *Inversions- oder Symmetriezentrum* bezeichnet; es bewirkt (ähnlich einer Sammellinse) eine Spiegelung an einem Punkt. Die Symmetrieelemente können zu mehreren an einem K. auftreten; einschließlich der Symmetrielosigkeit und der einzelnen Elemente gibt es deren 32 Kombinationen, die 32 *Kristallklassen*.

Die K. und K.-Gitter werden auf Translationsrichtungen als Koordinatenachsen bezogen: dazu wählt man nach Möglichkeit Symmetrieachsen oder Richtungen in Symmetrieebenen. Die 32 K.-Klassen können 6 oder 7 Koordinatensystemen verschiedener Symmetrie, den *Kristallsystemen*, zugeordnet werden: 1–3 mit drei aufeinander senkrechten Koordinatenachsen und 1) mit gleichen Gitterkonstanten $a = b = c$ (*kubisches System*, mit 5 Klassen), 2) $a = b$, c davon verschieden, parallel einer 4zähligen Achse (*tetragonales System*, 7 Klassen), 3) a , b , c alle verschieden (*rhomboisches System*, 3 Klassen), 4) $a = b$ unter 120° zueinander, c senkrecht darauf, parallel einer 3- oder 6zähligen Achse (*hexagonales System*, 12 Klassen, darunter 5 *trigonale*), 5) a , b , c alle verschieden, nur b steht senkrecht auf a und c (*monoklines System*, 3 Klassen), 6) kein rechter Winkel (*triklines System*, 2 Klassen). Fünf hexagonale Klassen mit 3zähliger Achse werden auch auf drei gleichwertige Koordinatenachsen bezogen, die gleiche, aber nicht rechte Winkel einschließen (*rhomboedrisches System*). Jedem dieser 7 Systeme entspricht ein einfaches Translationsgitter, das man als *primitives* (P) bezeichnet. Beim *flächen-* oder *basiszentrierten* Gitter (C) trägt auch eine Fläche (und stets die dazu parallele) in ihrer Mitte ein Bauelement; beim *alleseitig-flächenzentrierten* (F) sind alle Flächenmitten, beim *innen-* oder *raumzentrierten* (I) die Zellenmitte besetzt. Zu den 7 primitiven treten

im kubischen System F, I, im tetragonalen I, im rhombischen C, F, I und im monoklinen C (14 *Braavaische Gitter*).

An K.-Gittern lassen sich Drehungen und Spiegelungen auch mit Translationen verbinden: aus Drehungsachsen werden *Schraubungsachsen*, aus Spiegelebene *Gleitspiegelebene*n. Mit diesen Symmetrieelementen ergeben sich 230 Kombinationen (*Raumgruppen*, *Raumsysteme*).

Die K.-Flächen schneiden auf den Koordinatenachsen Strecken ab, die sich wie ganze Vielfache der Gitterkonstanten verhalten (*Rationalitätsgesetz*). Daher konnten vor 1912 ($\rightarrow$ Strukturanalyse) zwar nicht die Gitterkonstanten, jedoch die *Achsenabschnittsverhältnisse* angegeben werden. Die Flächen werden durch die reziproken Werte der von ihnen auf den drei Koordinatenachsen abgeschnittenen, in Gitterkonstanten gemessenen Strecken bezeichnet; durch einen gemeinsamen Teiler gekürzt, sind diese Werte meist kleine ganze Zahlen (h , k , l , *Millersche Indizes*).

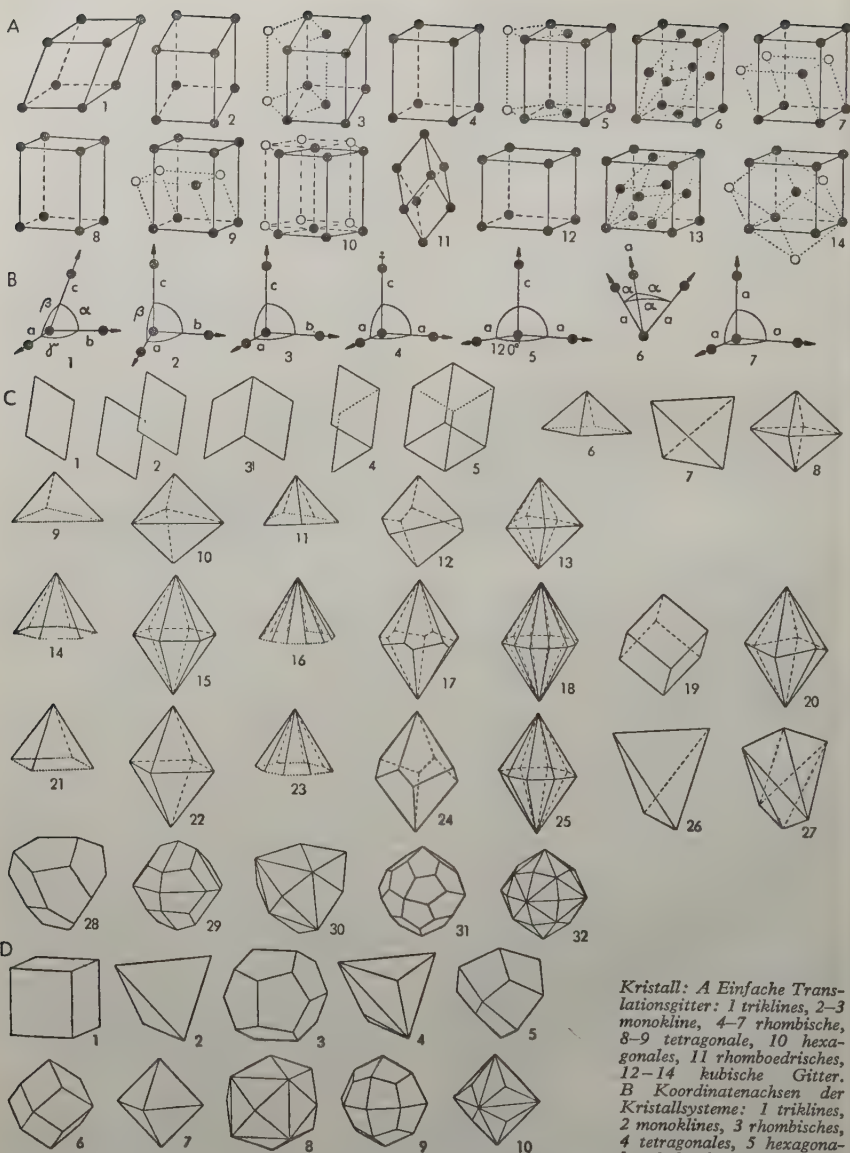
Alle Flächen, die durch die Symmetrie des K. zur *Deckung* kommen, bilden zusammen eine *einfache Kristallform*. Für jede K.-Klasse ist eine *allgemeine Form* charakteristisch. Die Flächen *spezieller Formen* laufen einer oder zwei Koordinatenachsen parallel oder schneiden zwei oder drei Achsen im gleichen Abstand. Die meisten K. werden von mehreren Formen begrenzt (*Kombinationsformen*).

K. sind im allgemeinen *anisotrop*, d. h. verhalten sich in verschiedenen Richtungen physikalisch verschieden. Viele lassen sich nach definierten Ebenen mehr oder weniger vollkommen *spalten*. Die Härte hängt von der Ritzrichtung ab, z. B. beim Diathen Härte 4 längs der Prismen, bis 7 quer dazu. Ein Lichtstrahl wird im K. meist in zwei senkrecht zueinander *polarisierte* Strahlen etwas verschiedener Geschwindigkeit aufgespalten (*Doppelbrechung*). Bei den meisten K. erkennt man die Doppelbrechung erst durch Interferenz ($\rightarrow$ Polarisationsmikroskop). In jedem K. gibt es entweder eine oder zwei Richtungen (*optische Achsen*), in denen keine Doppelbrechung stattfindet (*optisch ein- oder zweiaxigige K.*), oder der K. ist nicht doppelbrechend, *optisch isotrop* (alle K. der 5 kubischen Klassen). Optisch einachsig sind die K. mit einer 3-, 4- oder 6zähligen Symmetrieachse. In einachsigen K. hat der eine der polarisierten Strahlen, der *ordentliche*, in allen Richtungen die gleiche Geschwindigkeit. Für den *außerordentlichen* Strahl ist sie wie für beide Strahlen zweiaxigiger K. richtungsabhängig. – Auch die Absorption hängt häufig von der Polarisationsrichtung ab; sie kann für verschiedene Farben verschieden stark sein (*Dichroismus*, *Pleochroismus*); z. B. ist beim roten Rubin der ordentliche Strahl violett, der außerordentliche gelbrot. Manche K. ohne Inversionszentrum sind *optisch aktiv*: sie drehen die Polarisationsrichtung des Lichts. Andere werden unter Druck (*Piezoelektrizität*, z. B. beim Quarz) oder während einer Temperaturänderung (*Pyroelektrizität*, z. B. beim Turmalin) polar elektrisch. Die Umkehrung der Piezoelektrizität hat techn. Bedeutung erlangt (Schwingquarze, Ultraschall).

Die Kristallkunde oder Kristallographie gliedert sich in K.-Geometrie, K.-Physik und K.-Chemie oder K.-Struktur-Kunde. E. BUCHWALD: Einf. i. d. K.-Optik (*1952); H. G. F. WINKLER: Struktur u. Eigensch. d. K. (*1955); W. F. DE JONG: Kompendium d. Kristallkunde (1959); W. KLEBER: Einf. i. d. Kristallographie (*1961).

Kristalldiode, Kristall mit zwei Elektroden und Gleichrichtereigenschaft, $\rightarrow$ Detektor.

Kristallgläser, farblose Weißgläser für bessere, meist geschliffene Gebrauchs- und Luxuswaren, stark glänzend, mit hohem Brechungsindex. Man unterscheidet nach der chem. Zusammensetzung *bleifreies böhmisches Kristall* (reines Kalialkalisilikat) und *Bleikristallglas* (Kalibisilikat). Für Bleikristall ist ein Bleioxidgehalt von mindestens 18 bis 33 %, für Halbleikristall von 5–18 % erforderlich. Anstoßen von K. bewirkt glockenartigen Klang.



Kristall: A Einfache Translationsgitter: 1 triklin, 2–3 monokline, 4–7 rhombische, 8–9 tetragonale, 10 hexagonale, 11 rhomboedrisches, 12–14 kubische Gitter. B Koordinatenachsen der Kristallsysteme: 1 triklin, 2 monoklin, 3 rhombisch, 4 tetragonal, 5 hexagonal, 6 rhomboedrisch, 7 kubisches Achsenkreuz. Die unbeschrifteten Winkel sind rechte. C Allgemeine Kristallformen der 32 Klassen. Triklin System: 1 Pedion, 2 Pinakoid. Monoklines System: 3 Doma, 4 Sphenoid, 5 Prisma. Rhombisches System: 6 rhombische Pyramide, 7 rhombisches Bisphenoid, 8 rhombische Bipyramide. Trigonalessystem: 9 trigonale Pyramide, 10 trigonale Bipyramide, 11 ditrigonale Pyramide, 12 trigonales Trapezoeder, 13 ditrigonale Bipyramide. Hexagonales System: 14 hexagonale Pyramide, 15 hexagonale Bipyramide, 16 dihexagonale Pyramide, 17 hexagonales Trapezoeder, 18 dihexagonale Bipyramide, 19 Rhomboeder, 20 hexagonales Skalenoeeder. Tetragonales System: 21 tetragonale Pyramide, 22 tetragonale Bipyramide, 23 ditetragonale Pyramide, 24 tetragonales Trapezoeder, 25 ditetragonale Bipyramide, 26 tetragonales Bisphenoid, 27 tetragonales Skalenoeeder. Kubisches System: 28 tetraedrisches Pentagondodekaeder, 29 Disdodekaeder, 30 Hexakistetraeder, 31 Pentagontetraeder, 32 Hexakisoktaeder. D Spezielle Kristallformen des kubischen Systems: 1 Würfel, 2 Tetraeder, 3 Pentagondodekaeder, 4 Triakisoktaeder, 5 Deltoiddodekaeder, 6 Rhombendodekaeder, 7 Oktaeder, 8 Pyramidenwürfel, 9 Icositetraeder, 10 Triakisoktaeder.

bezeichneten Winkel sind rechte. C Allgemeine Kristallformen der 32 Klassen. Triklin System: 1 Pedion, 2 Pinakoid. Monoklines System: 3 Doma, 4 Sphenoid, 5 Prisma. Rhombisches System: 6 rhombische Pyramide, 7 rhombisches Bisphenoid, 8 rhombische Bipyramide. Trigonalessystem: 9 trigonale Pyramide, 10 trigonale Bipyramide, 11 ditrigonale Pyramide, 12 trigonales Trapezoeder, 13 ditrigonale Bipyramide. Hexagonales System: 14 hexagonale Pyramide, 15 hexagonale Bipyramide, 16 dihexagonale Pyramide, 17 hexagonales Trapezoeder, 18 dihexagonale Bipyramide, 19 Rhomboeder, 20 hexagonales Skalenoeeder. Tetragonales System: 21 tetragonale Pyramide, 22 tetragonale Bipyramide, 23 ditetragonale Pyramide, 24 tetragonales Trapezoeder, 25 ditetragonale Bipyramide, 26 tetragonales Bisphenoid, 27 tetragonales Skalenoeeder. Kubisches System: 28 tetraedrisches Pentagondodekaeder, 29 Disdodekaeder, 30 Hexakistetraeder, 31 Pentagontetraeder, 32 Hexakisoktaeder. D Spezielle Kristallformen des kubischen Systems: 1 Würfel, 2 Tetraeder, 3 Pentagondodekaeder, 4 Triakisoktaeder, 5 Deltoiddodekaeder, 6 Rhombendodekaeder, 7 Oktaeder, 8 Pyramidenwürfel, 9 Icositetraeder, 10 Triakisoktaeder.

Kristallglasur, KERAMIK: Kunstglasur, die an Metalloxiden, bes. Zinkoxid und Titandioxid, übersättigt ist. Nach dem Brande entwickeln sich bei der Abkühlung mehr oder weniger große, schöne Kristalle, die durch andere Metalloxide (z. B. Kobaltoxid, Kupferoxid) gefärbt werden können.

kristallin, *kristallinisch*, sind feste Körper, die Aggregate aus kleinen bis sehr feinen Kristallen bilden.

kristalline Flüssigkeiten, *flüssige Kristalle* oder *mesomorphe Phasen*, flüssige organ. Substanzen, deren Moleküle eine langgestreckte Form haben, sich parallel aneinander legen und dadurch in verschiedenen Richtungen verschiedene physikal. Eigenschaften aufweisen. Die Gebiete parallel orientierter Moleküle werden *Schwärme* genannt. In *nematischen k.F.* sind die Moleküle eines Schwarms in ihrer Längsrichtung gegeneinander verschoben, in *smektischen k.F.* werden sie durch zwei gemeinsame Ebenen an ihren Enden begrenzt.

kristalline Schiefer, metamorphe Gesteine mit schieferiger Textur, z.B. Glimmerschiefer, Gneis.

Kristallisationsdifferentiation, *fraktionierte Kristallisation*, die Vorgänge bei der Erstarrung eines Magmas: Entmischungen flüssiger Phasen, Kristallisationen, Reaktionen, retrograde Sieden. Zwei wichtige Mineralausscheidungsreihen treten nebeneinander auf: 1. die diskontinuierliche Reihe von Olivin bis Biotit, 2. die kontinuierliche Reihe der Plagioklase. Reihe 1 ist dadurch gekennzeichnet, daß die Silikate mit sinkender Temperatur sich in der Reihenfolge: Inselsilikate (Olivine), Kettensilikate (Pyroxene), Bändersilikate (Amphibole), Blatt-silikate (Glimmer) ausscheiden, d. h., daß die SiO_4 -Bauelemente sich zur linearen, doppelteiligen und zweidimensionalen Bindung zusammenfinden. Daneben verläuft die Ausscheidung der dreidimensionalen Gerüststrukturen: isomorphe Mischungsreihe der Feldspate bis zum Quarz (Reihe 2).

Kristallit, einzelnes, meist kleines Kristallkorn eines Gesteins, Metalls oder sonstigen Kristallaggregats, das während des Wachstums durch Nachbarkörner behindert war und daher meist nicht von ebenen Flächen begrenzt ist.

Kristallode, gemeinsame Bezeichnung für Kristalliden und Transistoren.

Kristallviolett, ein Triphenylmethanfarbstoff, hergestellt aus Dimethylanilin und Phosgen; für Stempelfarben, Durchschreibepapiere und Schreibmaschinenbänder verwendet.

Kristallzähler, Gerät zum Nachweis von Strahlungen, im wesentlichen ein Kristall (Diamant, Chlorsilber u. a.) in einem elektr. Feld. Bei Einwirkung einer Strahlung erhält man durch Anregung der Kristall-Elektronen zwischen den Feldelektroden schwache Stromstöße, die man nach elektron. Verstärkung leicht nachweisen kann. Der Stromimpuls erreicht in etwa 10^{-8} s sein Maximum, was einem sehr hohen Auflösungsvermögen entspricht.

kritische Drehzahl, eine Drehzahl, die mit einer Eigenfrequenz einer Welle, eines Läufers oder anderen rotierenden Teils übereinstimmt. Läuft beim Betrieb eine Maschine mit einer dieser Drehzahlen, so tritt Resonanz auf, d. h. die Welle wird zu starken Dreh- oder Querschwingungen angeregt, was oft so große Kräfte zur Folge hat, daß das System zu Bruch kommt.

kritischer Zustand, Grenzzustand der Verflüssigung eines Gases. Komprimiert man ein Gas isotherm bei niedriger Temperatur, so scheidet sich vom Erreichen eines bestimmten Volumens V_g an in wachsender Menge Flüssigkeit ab. Während der Dampfdruck über der Flüssigkeit konstant bleibt, ist schließlich beim Volumen V_f das ganze Gas kondensiert. Bei höherer Temperatur nähern sich V_g und V_f einander immer mehr, bis sie in einem Grenzzustand, dem *k.Z.* oder *kritischen Punkt*, zusammenfallen und eine Verflüssigung nicht mehr beobachtet wird. Flüssigkeit und Dampf können nicht mehr unterschieden werden. Der k.Z. ist gekennzeichnet durch den *kritischen Druck* P_k , das *kritische Volumen* V_k und die *kritische Tempe-*

ratur T_k . Komprimiert man ein Gas isotherm bei einer Temperatur oberhalb der kritischen, so nehmen zwar Druck und Dichte immer mehr zu, aber eine Trennung in Gas und Flüssigkeit tritt nicht mehr auf.

Krokoit, *Rotbleierz*, seltenes monoklin-prismatisches Mineral, $PbCrO_4$, gelbrot, Dichte 6, Härte 3; bildet sich in diamantglänzenden nadeligen oder säulenförmigen Kristallen bei gleichzeitiger Verwitterung von Chrommineralien und Bleiglanz.

kröpfen, das Umbiegen (Umschmieden) von Stabeisen und Achsen (*Kropfschne*) derart, daß die Achsenmittellinie des umgeschmiedeten Teils parallel zur ursprüngl. Achsenmittellinie verläuft. *Gekröpfte Welle*, eine derartig geschmiedete, aus mehreren Kröpfungen bestehende Welle.

Krümmung, die Abweichung einer Kurve vom geradlinigen Verlauf. Genauer versteht man unter dem *K.-Kreis* einer ebenen Kurve in einem Kurvenpunkt P denjenigen Kreis, der sich der Kurve in P am besten anschmiegt; man findet seinen Mittelpunkt, den *K.-Mittelpunkt*, als Schnittpunkt zweier Kurvennormalen in P und Q nach einem Grenzübergang $Q \rightarrow P$ ($\rightarrow$ Grenzwert). Ist sein Radius R , so definiert man $1/R$ als *K.* der Kurve im Punkt P . Bei $\rightarrow$ Raumkurven tritt zur *K.* die *Windung* als Abweichung der Ebene. Die *K.* einer *Fläche* wird durch die *K.* der in ihr liegenden ebenen Kurven beschrieben. – Auch für *dreidimensionale* oder *höherdimensionale Räume*, die im Sinne der $\rightarrow$ Riemannschen Geometrie erklärt sind, läßt sich eine *K.* definieren.

W. BLASCHKE – H. REICHARDT: Einf. i. d. Differentialgeometrie (*1960).

krumpfen, das Einlaufen (Schrumpfen) der Textilien im Gebrauch, wird durch Spezialverfahren der Appretur (Dekatieren und Shrinking bei Wollwaren, Sanforisieren bei Baumwollgeweben, Quelfestmachen bei Reyon- und Zellwollartikeln) weitgehend vermindert.

Kryohydrate, Kältemischungen solcher Zusammensetzung, daß ihre Temperatur beim Gefrieren und Schmelzen konstant bleibt. Beim Gefrieren einer Salzlösung im *kryohydrat. Punkt* scheidet sich ein inniges Gemenge von Salz und Eis aus.

Salz	Kryohydrat. Punkt Konzentrat. g Salz/100 g Lösung	Temp. °C	Schmelz- wärme kcal/kg
Ammoniumchlorid	19,0	-15,8	73,8
Natriumchlorid ..	23,1	-21,2	56,4
Magnesiumchlorid	20,6	-33,6	–
Kalziumchlorid ..	29,9	-55,0	50,8

Kryolith, monoklines Mineral, Na_3AlF_6 , weiß, derb, seltener in kleinen farblosen Kriställchen auf Klüften, diente früher zur Aluminiumgewinnung, heute zur Milchglas- und Emailleherzeugung.

Kryophor, eine U-förmige evakuierte Glasröhre, deren beide Enden als Hohlkugeln ausgebildet sind, zur Demonstration der Abkühlung von Wasser durch Verdampfung (WOLLASTON 1813). Die eine Hohlkugel enthält Wasser; wird die andere in eine Kältemischung getaucht, so schlägt sich in ihr der vorhandene Dampf nieder, wodurch lebhaftere Verdampfung des Wassers eintritt. Dadurch wird dem Wasser Wärme entzogen, so daß es schließlich gefriert.

Kryopumpen – Kühlanlage

Kryopumpen, ein Verfahren zur Erzeugung hohen Vakuums. Durch Kühlen von Wandteilen eines Vakuumbehälters auf die Temperatur des flüssigen Heliums (durch Eintauchen eines Kühlfingers) lassen sich die meisten Restgase kondensieren und damit sehr niedrige Drucke (10^{-14} Torr) erreichen.

G. KLIPPING, in: Vakuum-Technik, 11 (1962).

Kryoskopie, Molekulargewichtsbestimmung durch Messung der Gefrierpunktniedrigung. Das Molgewicht ist der Gefrierpunktniedrigung umgekehrt proportional.

Kryotron, elektrisches Schalt- und Speicherelement, insbes. bei Rechenautomaten, bei dem die magnetische Beeinflussung der Supraleitfähigkeit ausgenutzt wird. Der Stromfluß in einem bei der Arbeitstemperatur (etwa 4° K) supraleitenden Material (z. B. Blei) wird durch das Magnetfeld eines entlanggeführten Steuerstromes unterbrochen. Bei Ausführung der Leiter als genügend dünne Schichten (durch Aufdampfen) sind Schaltzeiten bei 10^{-8} s möglich.

Krypton, Kr, chem. Element aus der Gruppe der Edelgase; Ordnungszahl 36, Massenzahlen 84, 86, 83, 82, 80, 78, Atomgewicht 83,80; Schmelzpunkt $-157,8^{\circ}\text{C}$, Siedepunkt $-152,9^{\circ}\text{C}$, Dichte $3,74 \cdot 10^{-3}$ g/cm³. Vorkommen: in Luft mit 0,28 Gewichtsprozent. Gewinnung wie die von Argon. Verwendung zur Füllung von Glühlampen.

Kubik..., bei Maßen die dritte Potenz zur Bestimmung des räuml. Inhalts.

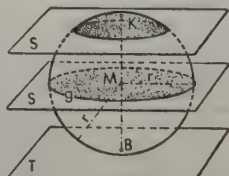
Kubikwurzel, dritte Wurzel aus einer Zahl, symbolisch z. B. $\sqrt[3]{64} = 4$; praktische Berechnung mit Logarithmen oder graphisch.

kubisch, würfelförmig; dritter Potenz, dritten Grades. Zur Auflösung der kubischen Gleichung $x^3 + px + q = 0$ gibt es Formeln, z. B. die von CARDANO, die die Lösungen der Gleichung durch übereinandergerotzte Wurzeln 2. und 3. Grades mit in p und q rationalen Radikanden ausdrücken.

Küche, ein Wirtschaftsraum in Wohnungen, Gaststätten usw. Im Wohnbau hat sich die mit festem Einbau versehene **Klein-K.** (5–7 m²) durchgesetzt; sie enthält (von rechts nach links): Herd, Abstellplatte, Spülbecken mit Ablaufbrett, Arbeitsplatte an der Fensterwand, Speise-, Topf- und Geschirrschrank. Höhe der Arbeitsflächen 85–90 cm über Fußboden; Licht möglichst von links oder vorn. Etwas mehr Fläche (8–12 m²) beansprucht die **Bj-K.** mit Sitzplatz; die **Wohn-K.** wird zunehmend abgelehnt. – **Groß-K.** enthalten zahlreiche Spezialkessel-, maschinen usw.

Kugel, 1) GEOMETRIE: eine gekrümmte Fläche, deren Punkte von einem festen Punkt, dem Mittelpunkt der K., einen festen Abstand haben. Als K. bezeichnet man in der STEREOMETRIE auch den von dieser Kugelfläche umschlossenen Teil des Raumes, die Begrenzungsfläche dann als K.-Oberfläche. Der Schnittkreis der K. mit einer Ebene durch den Mittelpunkt der K. ist ein auf der K. gelegener Kreis von größtmöglichem Umfang (Großkreis).

Ein **Kugeldreieck**, sphärisches Dreieck, ist ein Dreieck auf der Kugelfläche, dessen Seiten Großkreisbögen sind. Die Beziehungen zwischen den Längen der Dreiecksseiten (Kreisbögen) und den von ihnen eingeschlossenen Winkeln α, β, γ erfährt die **sphärische Trigonometrie**. In einem



Kugel: M Mittelpunkt, r Radius, g Großkreis, K Kappe, S Schnittebenen, T Tangentialebene, B Berührungspunkt.



Kugeldreieck

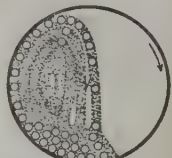
K.-Dreieck ist die Winkelsumme $\alpha + \beta + \gamma$ stets größer als π . Der damit positive **sphärische Exzeß** $\epsilon = \alpha + \beta + \gamma - \pi$ hängt mit der Fläche des K.-Dreiecks zusammen; diese ist $\epsilon \cdot r^2$, wobei r der Radius der K. ist. Die sphä. Trigonometrie ist ein bes. einfacher Fall der nichteuklid. (elliptischen) Geometrie. – **Kalotte** oder **Kappe** ist der von einer Ebene abgeschnittene Teil einer K., mitunter auch dessen Oberfläche (ohne die ebene Schnittfläche).

2) in der TECHNIK werden K. vor allem in **Kugellagern** (→ Lager) verwendet. K. werden hergestellt durch Drehen, Nachfordrehen (→ nachformen) oder Schleifen, ferner durch Schmieden im Gesenk, Pressen und in der Trommelmühle.

Kugelendmaße sind → Endmaße mit kugelförm. Meßflächen und zylindr. Querschnitt, die vorzugsweise als → Lehren zur Messung von Bohrungen benutzt werden.

Kugelmoleküle, dreidimensional aufgebaute Makromoleküle von kugelförmiger Gestalt, die sich aus der räuml. Faltung oder aus der starken Verzweigung der zugrunde liegenden Atomketten ergibt, z. B. bei der natürl. Stärke sowie bei bestimmten Kunstharzen.

Kugelmühle, innen gepanzert und mit Löffeln versehene, drehbare Trommel, die bis knapp zur Hälfte mit Mahlkörpern (Stahl-, Porzellankugeln, Flintsteinen od. dgl.) und Mahlgut gefüllt ist. Bei Drehung steigt die Füllung an der Wand hoch, löst sich und fällt zurück. Beim Aufprallen wird, neben dem Zerreiben zwischen den Mahlkörpern untereinander und an der Trommelwand, die größte Zerkleinerungsarbeit verrichtet.



Kugelmühle

Kugelpackung, räumliche Anordnung aus sich berührenden, gleichen oder verschiedenen großen Kugeln. Für die Kristallkunde sind die **dichtesten K.** gleicher Kugeln bes. wichtig. In der ebenen dichtesten K. wird jede Kugel von sechs gleichen umgeben. Die **hexagonale** dichteste K. entsteht daraus, wenn auf die ebene K. eine neue Schicht gelegt wird (BILD) und die darauf folgenden Schichten abwechselnd die beiden Lagen einnehmen. Bei der **kubischen** dichtesten K. wechseln drei Schichten periodisch ab; die dritte liegt über den schwarz ausgefüllten Lücken.



Kugelpackung

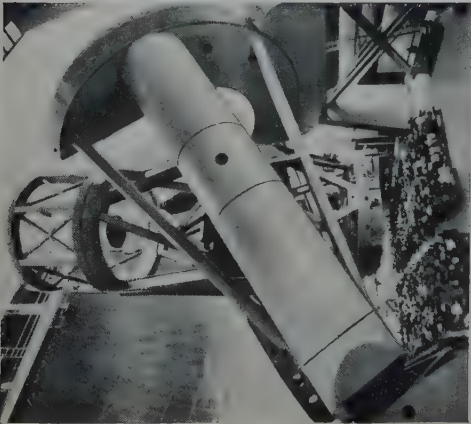
Kugelschleifer, ein Gerät zum Aufnehmen von Schüttgut und Abgraben anstehenden Bodens. Ein höhenverstellbares, schwenkbares Tragrohr von großem Durchmesser trägt einen sich drehenden Kugelkopf, dessen 6 schraubenförmige Schaufelkanten das Gut abnehmen und auf ein Förderband im Tragrohr geben.

Kühlschiff, flache eiserne Wanne, in der die heiße Bierwürze abgekühlt wird (→ Bier).

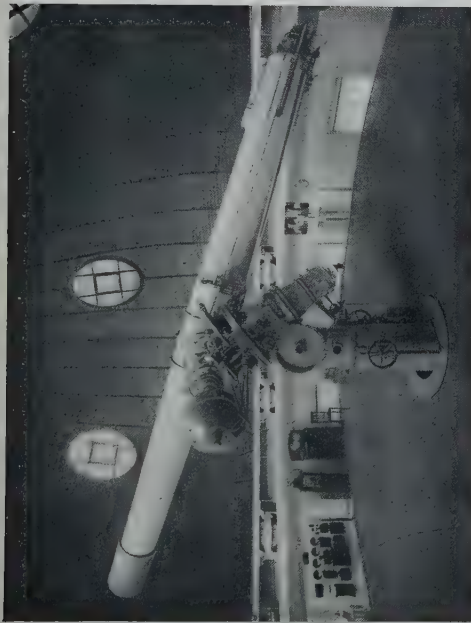
Kugelschreiber, Sonderform des Füllfederhalters mit einer etwa 1 mm starken Kugel als Schreibspitze. Der Kugel sitzt am Ende eines mit Farbpaste gefüllten Röhrchens (Patrone), die anhaftende Farbe hinterläßt beim Rollen der Schreibspur. **Mehrfarben-K.** haben zwei Farbröhrchen an beiden Halterenden oder mehrere (meist vier) wahlweise hervorschiebbare Schreibspitzen.

Kühlanlage, Anlage zum Kühlen von Räumen oder Lebensmitteln unter Anwendung der → Kältemaschine. Bei **direkter Kühlung** befindet sich der Verdampfer der K. in dem zu kühlenden Raum selbst; bei **mittelbarer Kühlung** wird im Verdampfer eine Salzlösung (Sole) herabgekühlt, die dann, durch eine Pumpe dem Kühlraum zugeführt, dessen Kühlung übernimmt. Bei **Tief-K.** wird in mehreren Stufen bis -100°C gekühlt.

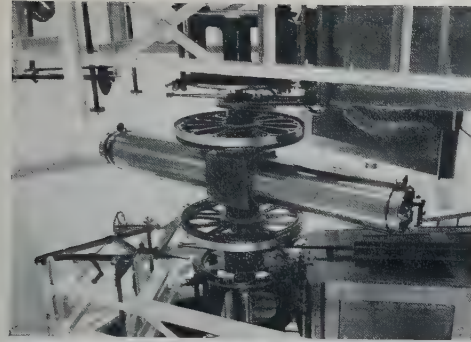
Ein **Kühlhaus** ist ein gegen Wärme gut isoliertes



1



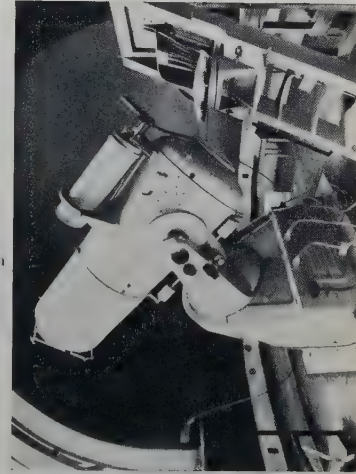
2



3



4

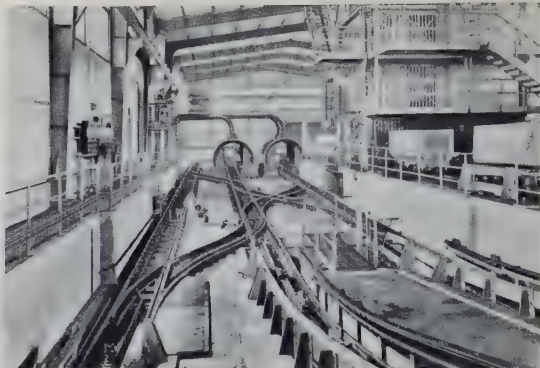


5

1 Spiegelteleskop vom Mt. Palomar-Observatorium in Kalifornien; Durchmesser des Spiegels 5 m, Brennweite 16,5 m. 2 Großer Refraktor der Berliner Universitäts-Sternwarte; Objektiv 65 cm Durchmesser, Brennweite 10,5 m. 3 Meridiankreis der Hamburger Sternwarte; Objektiv 19 cm Durchmesser, Brennweite 2,3 m. 4 Zolostat des Einstein-Turmintelskops, Potsdam; Spiegeldurchmesser 85 cm. 5 Schmidt-Spiegel vom Mt. Palomar-Observatorium, Durchmesser 45 cm.



1



2



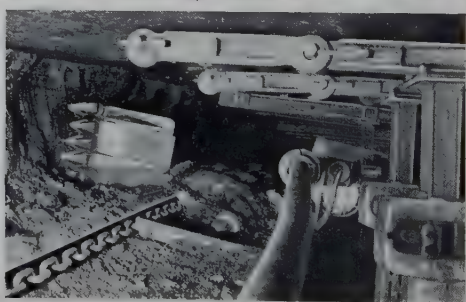
3



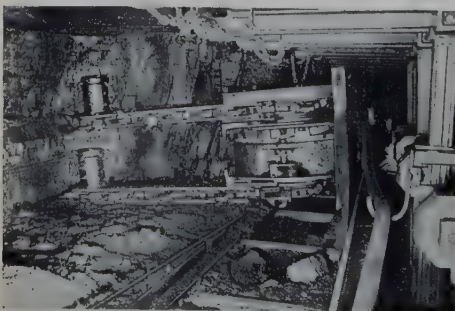
4



5

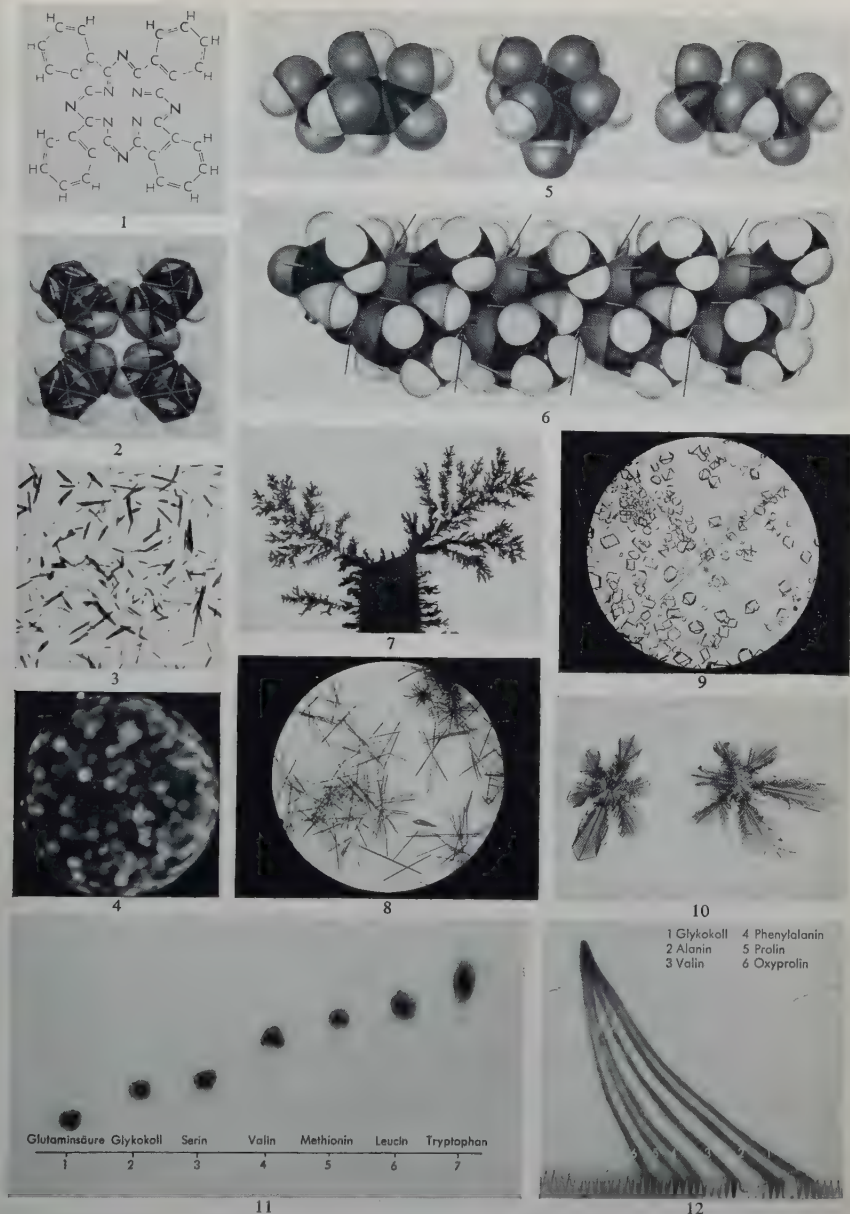


6

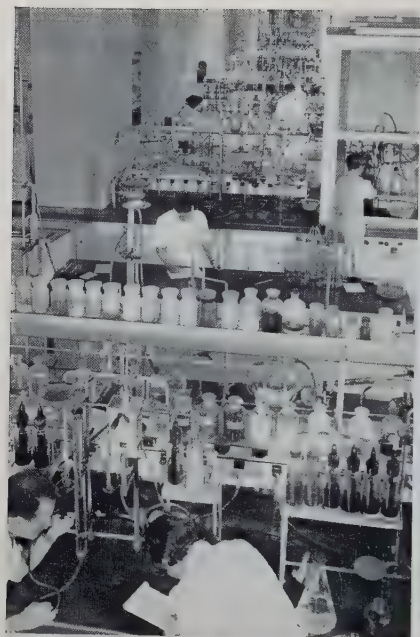


7

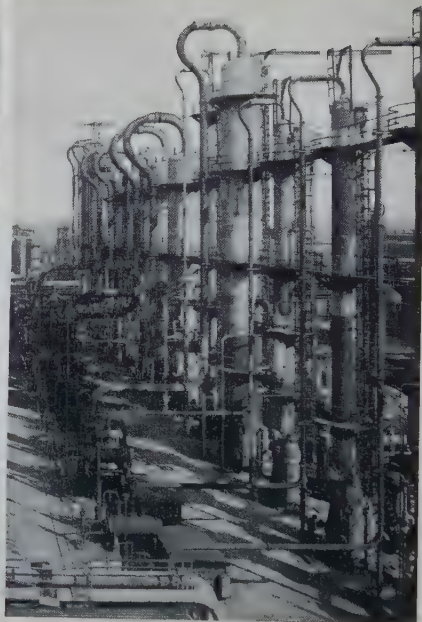
1 Förderturm mit Skipförderung. 2 Wagenumlauf mit Kreiselwipper an der Schacht-Hängebank. 3 Bohrhämmer mit pneumatischer Haltevorrichtung. 4 Streckenförderung mit Stahlgliederband unter Tage. 5 Ausbau mit Stempeln und Stahlkappen in einem Hobelstreb der Steinkohle. 6 Löbbe-Hobel, schält die Kohle am Stoß und schiebt sie in den Panzerförderer. 7 Großschrämmaschine mit zwei Schrärmarmen und aufgesetzten Schrämkronen. Die Schrämkronen hinterschneiden den Kohlenstoß. Die Maschine fährt auf einem Panzerförderer, der die hereinfallende Kohle abfährt. — 1-4 DEMAG, 5 Gutehoffnungshütte, 6 Westfalia, 7 Eickhoff.



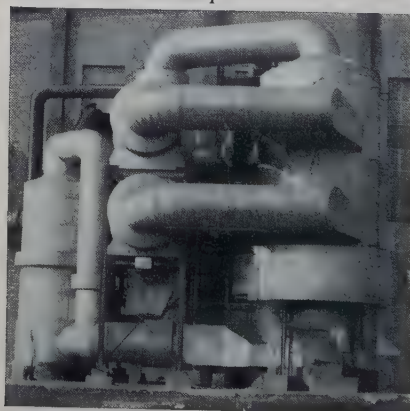
1–4 Molekülmodell und Mikroaufnahme, dargestellt am Beispiel des Phthalozyanins: 1 Strukturformel, 2 Molekülmodell. 3 Mikroaufnahme von Phthalozyanin-Kristallen. 4 Feldelektronenmikroaufnahme nach Aufdampfen von Phthalozyanin-Molekülen auf eine Wolframspitze. Die urspr. Vermutung, daß jeder Vierteiler ein Bild der Struktur des Einzelmoleküls sei, hat sich als falsch herausgestellt; vielmehr handelt es sich um eine Art Abbildung der Feldverteilung in unmittelbarer Nähe der Moleküle. 5 Molekülmodelle der L-, meso- und d-Weinsäure, 6 einer Polypeptidkette (Pfeile: Wasserstoffbrücken). 7–10 Mikroaufnahmen: 7 metall. Silber („Silberbaum“), aus Nitratlösung gefällt (Vergr. 1:30), 8 Manganoxalat (1:65), 9 Ammonium-Galliumhexafluorid (1:205), 10 Rheniumtrichlorid-Pyridinchlorid (1:45). 11 und 12 Analyt. Trennverfahren verwandter Stoffe, gezeigt am Beispiel von Aminosäure-Gemischen: 11 Papierchromatogramm von Aminosäuren, aufsteigend in einer Lösung von Pyridinderivaten. 12 Elektropherogramm von Aminosäuren mit Essigsäure als Elektrolyt. — (Molekülmodelle von E. Leybold's Nachf., Köln)



1



2



3



4



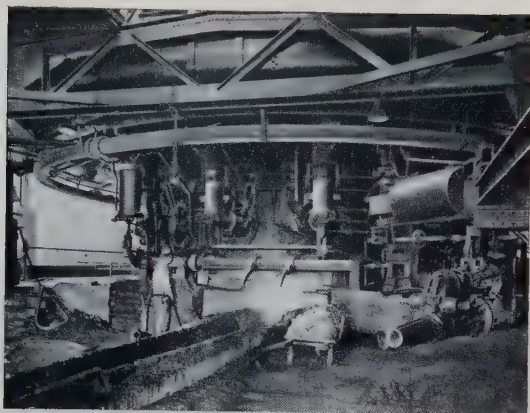
5

1 Analytisches Labor. 2 Destillierkolonnen. 3 Hordenkontaktofen der Schwefelsäurefabrikation. 4 Filterpressen in einem Farbblackbetrieb. 5 Elektrolyse-Apparatur. — 1, 4 Badische Anilin- und Sodafabrik; 2 Chemische Werke Hüls; 3 Lurgi, Frankfurt; 5 Farbwerke Hoechst.

EISEN UND STAHL



1



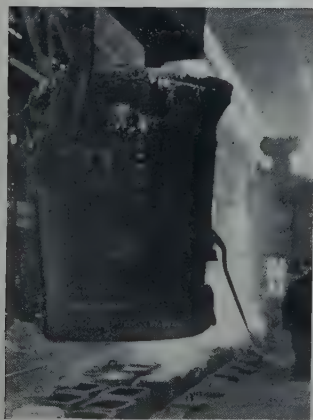
2



3



5



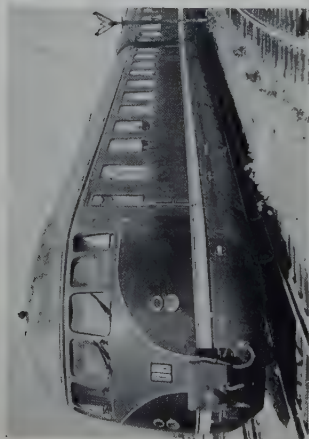
4



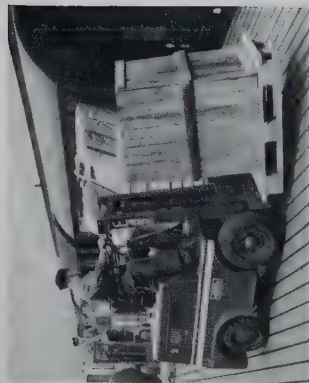
6

1 Hochfengestell mit aufsteigenden Gichtgasabführungen, Schrägaufzug und Begichtungswagen (Hint); rechts im Bild ein Cowperapparat. **2** Hochfengestell mit Winddüsen, Kühlwasser-Ringleitung, Heißwind-Ringleitung (die obere, dicke), Eisenabstich, Abstichrinne, Stichloch-Stopfmachine; auf der Schubkarre feuerfeste Masse zum Stopfen des Abstiches. **3** Bessemer-Konverter in Blasstellung (halb hochgestellt). **4** Abgießen einer Pfanne mit 100 t Stahl im Siemens-Martin-Stahlwerk. **5** Einkippen von flüssigem Roheisen am Siemens-Martin-Ofen. **6** Der von der Abstich-Rinne des Siemens-Martin-Ofens her vorgebohrte Abstich wird mit einer Stange durchgestoßen.

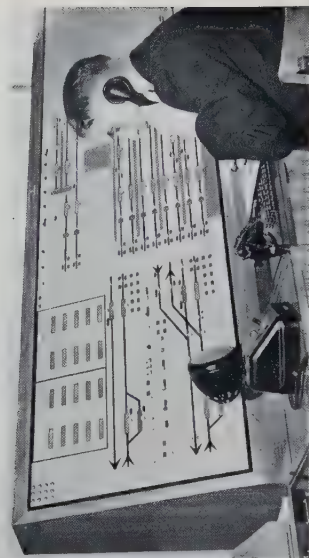
EISENBAHN



1



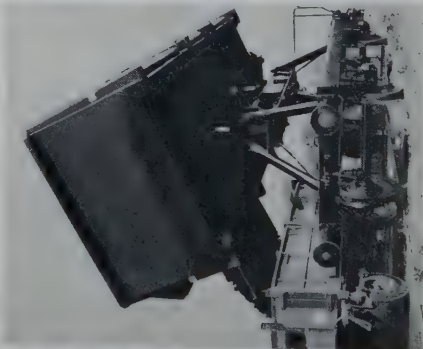
2



3



4



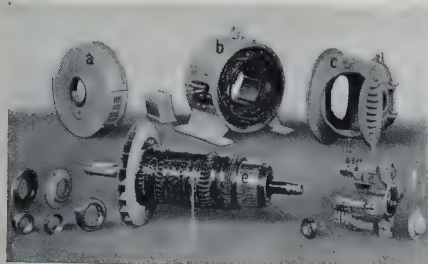
5



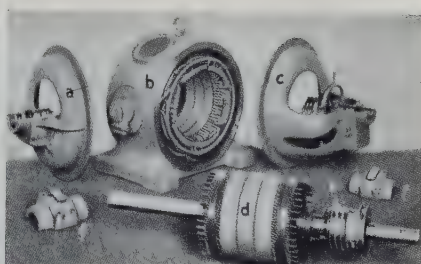
6

1 Fernschnelltriebwagen VT 08.5 mit dieselhydraulischer Kraftübertragung. 2 Führerstand einer elektrischen Lokomotive. 3 Verladen von Stückgut mit dem Gabelstapler. 4 Hubkipper. 5 Gleisbildstellwerk. 6 Rangierbahnhof; im Vordergrund der Ablaufberg, in den die Richtungsgleise, in denen die einzelnen Ausgangsrichtungen aufgefangen werden.

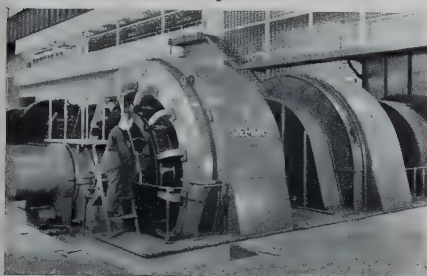
ELEKTRISCHE MASCHINEN



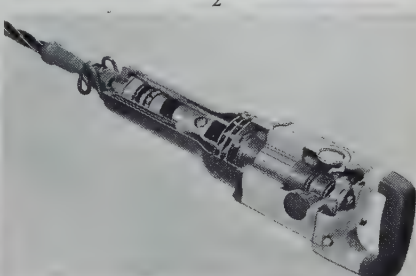
1



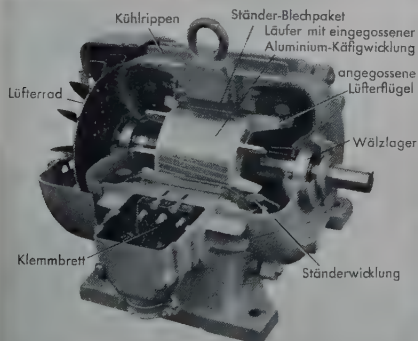
2



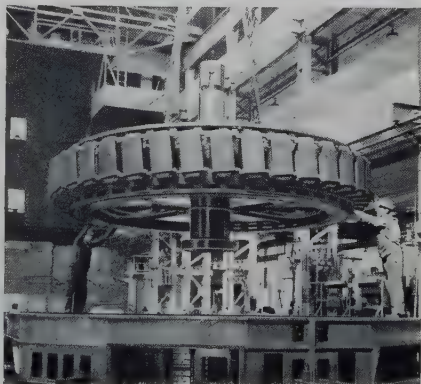
3



4



5



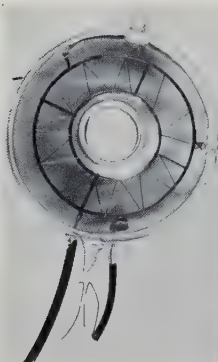
6



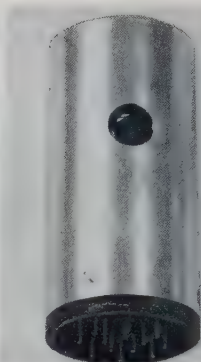
7

1 Hauptbestandteile eines Gleichstrommotors; a vorderes Lagerschild, b Magnetgestell, c hinteres Lagerschild, d Anker, e Kollektor, f Bürstenbrücke. 2 Hauptbestandteile eines Drehstrommotors; a vorderes Lagerschild, b Ständer mit Wicklung, c hinteres Lagerschild mit Bürstenabhebevorrichtung, d Läufer, e Schleifringe, f Lagerschalen. 3 SSW-Gleichstrom-Doppelanker-Motor zum Antrieb einer Walzenstraße, 2×12400 kW, 0–120 U/min. 4 Geöffneter Bohrer mit Universalmotor (Bosch). 5 Geschlossener BBC-Drehstrom-Asynchronmotor mit Käfigläufer (aufgeschnitten). 6 Einbau des Läufers eines Wasserkraftgenerators, 7000 kW, 150 U/min. 7 220 kV-Drehstrom-Wandertransformator für 100 Mio W auf Spezial-Transportwagen (Siemens).

ELEKTRONENGERÄTE



1



2



3



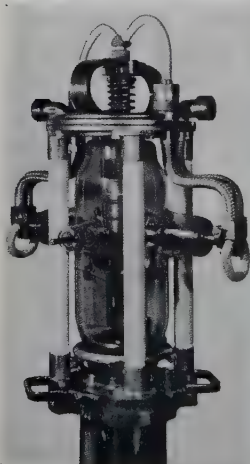
4



5



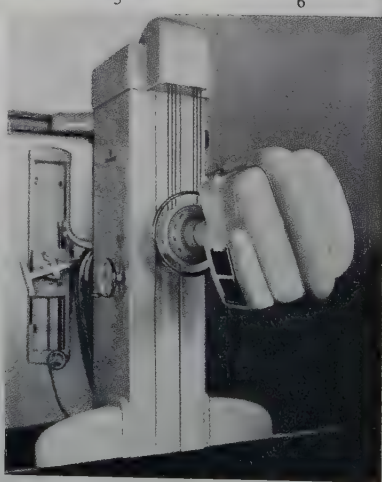
6



7



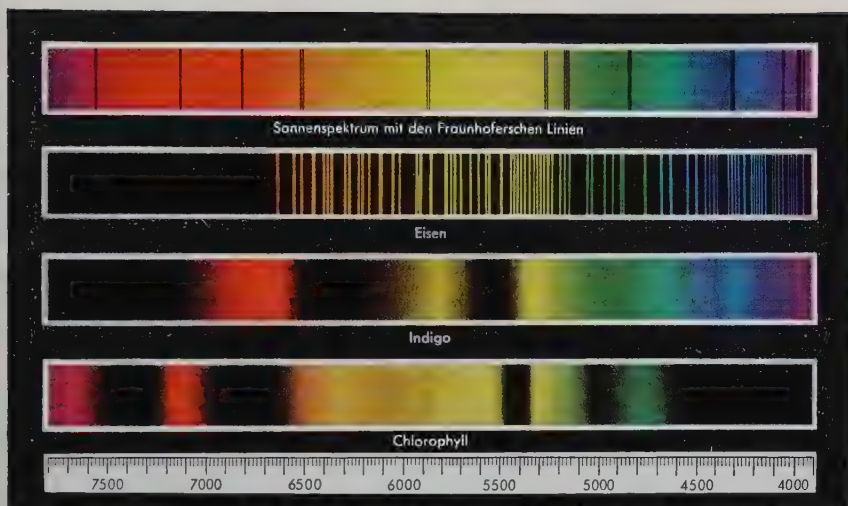
8



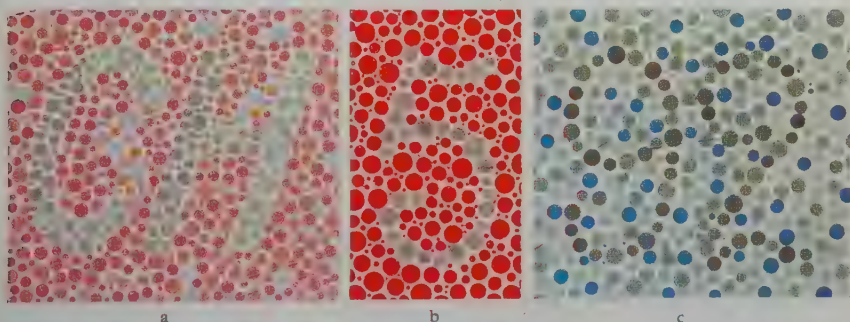
9

1 Photozelle (Ringzelle). 2 Elfstufiger Sekundärelektronen-Vervielfacher. 3 Elektrodensystem einer Bildröhre.
4 Fernsehbildröhre mit normaler Radio-Empfängerröhre zum Größervergleich. 5 Rundfunkempfängerröhre
EABC 80, Triode-Dreifachdiode für Demodulation und Niederfrequenz-Verstärkung. 6 Elektrodensystem
von 5. 7 Kopf einer 300 kW-Senderöhre mit Wasserkühlung. 8 Bildwandlerrohr. 9 Siemens-Elektronenschleuder
für Bewegungsbestrahlung von Krebskranken.

FARBE



Spektrum. Einige charakteristische Spektren von chemischen Elementen und Verbindungen. Die Zahlen der Skala bedeuten Wellenlängen in Angström-Einheiten.



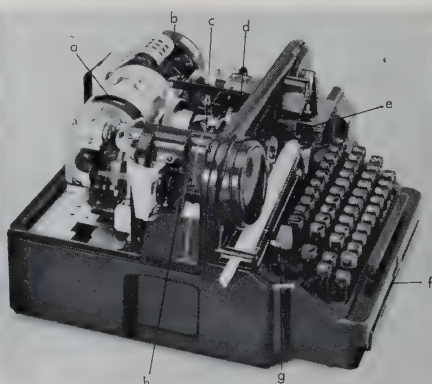
Pseudoisochromatische Tafeln zur Erkennung der Farbensichtigkeit. **a** Normalc sehen in erster Linie die Farbenunterschiede und lesen CH; Farbenuntüchtige lesen nach Helligkeitsunterschieden 31. **b** Die graue 5 wird bei Rotgrün-Störung infolge der hierbei erhöhten Kontrastwirkung als grünlich angesehen. **c** Bei Blaugelb-Störung ist die 92 nicht erkennbar. (Nach Stilling)



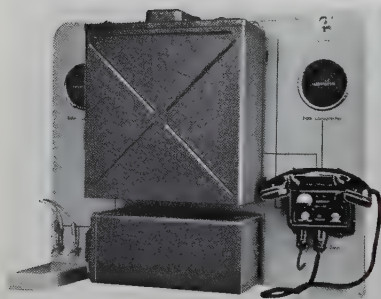
Vier-Farben-Druck. **1** Gelb-Platte. **2** Blau-Platte. **3** Rot-Platte. **4** Zusammendruck der Gelb- und Blau-Platte. **5** Zusammendruck der Gelb-, Blau- und Rot-Platte. **6** Zusammendruck der drei Farb-Platten mit Schwarz-Platte (korrigiert).



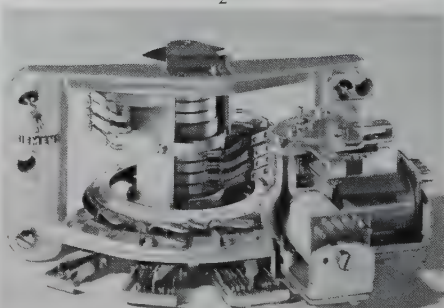
1



2



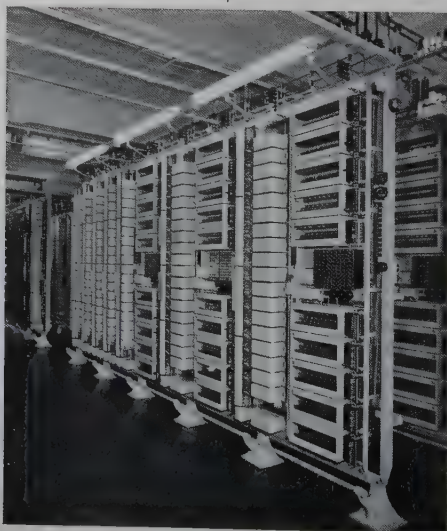
3



4



5



6

1 Blattschreiber mit angebautelem Empfangslocher; a Tastenfeld, b Sender, c Empfänger, d Drucker, e Motor, f Vorratsrolle, g Empfangslocher. 2 Streifenschreiber, geöffnet; a Motor, b Drehzahlregler, c Empfänger, d Übersetzer, e Typenrad, f Papierkassette, g Schalter für Lochstreifensender, h Lochstreifensender. 3 Bewegliche UKW-Funksprechanlage zum Einbau in Kraftfahrzeuge für vielseitige Verwendung im Dienst von Behörden. 4 Vierarmiger Edelmetall-Motordrehwähler, Laufwerk. 5 Handvermittlung am Fernschrank. 6 Teil eines Schrittschalt-Wähleramtes der Bundespost; Gestellreihe mit Vorwählern, Gesprächszählern, Leitungs- und Gruppenwählern.

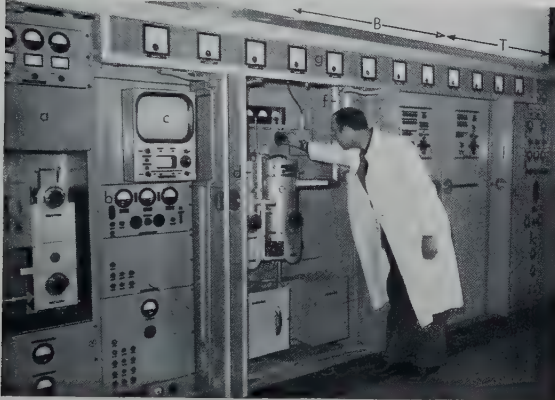
FERNSEHEN



1



2



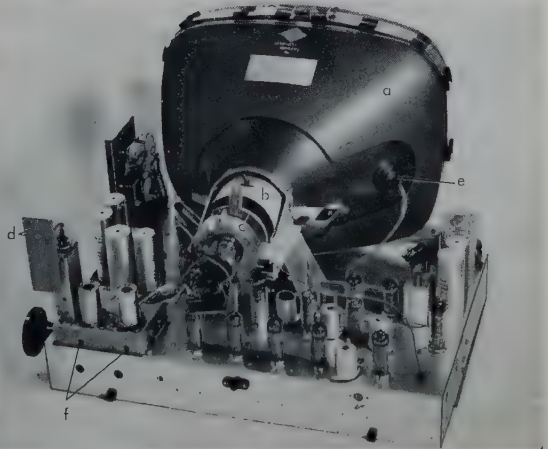
3



4

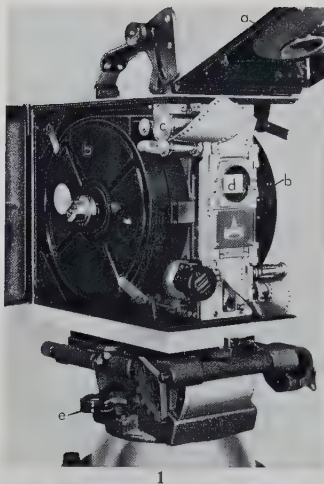


5



6

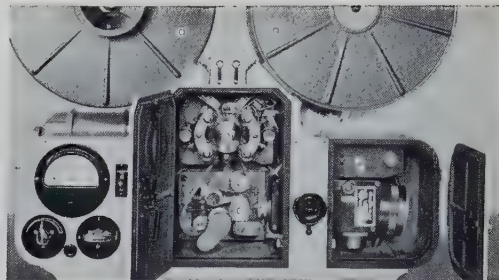
1 Fernsehkamera mit Image-Orthikon sehr hoher Empfindlichkeit; der Kameramann betrachtet das aufgenommene Bild auf dem Leuchtschirm einer eingebauten Bildröhre („elektron. Sucher“); die vorn befindlichen Objektive können durch Drehung des Revolverkopfes wahlweise benutzt werden (Fernseh-GmbH.). 2 Blick in ein großes Fernsehstudio; die Sendung wird angesagt. 3 10 kW-Fernseh-Sender; B Bildsender, T Tonsender; a Sendervorstufen, b Kontrollenpfänger, c Kontrollbild, d Treiberstufe, e Endstufe, f Leitung zur Antenne, g Meßinstrumente für Röhrenströme und Spannungen, h Tonsender-Endstufen (verdeckt), k Tonsender-Vorstufen. 4 Fernseh-Sendeantenne, bestehend aus einem vierschlitzen Rohr von 1 m Durchmesser, von innen besteigbar; Gesamthöhe des Turmes über 40 m. 5 Fernmeldeturm der dt. Bundespost, in dem eine Relaisstation für Fernsehübertragungen untergebracht ist. 6 Fernseh-Empfangsgerät, Direktsehtempfänger (Telefunken, Innenansicht); a Bildröhre, b Ablenkspulen, c Fokussiermagnet, d Antennenbuchsen, e Hochspannungsdurchführung, f Kanalschalter.



1



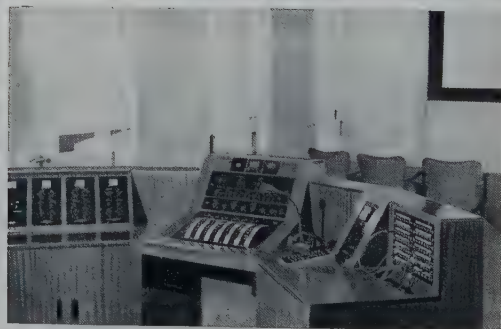
4



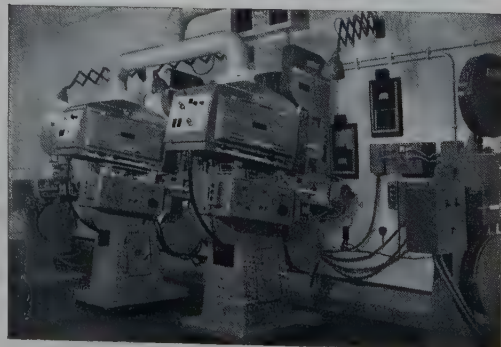
2



3



5



6

1 Bildaufnahmekamera (Askania), geöffnet; a aufgeklapptes Frontteil, b Filmkassetten, c Transportrollen, d Bildfenster, e Schwenkkopf des Kinostativs. 2 Lichttonkamera (Klangfilm); a Filmkassetten, b Transportrolle, c Tonrolle, d Gehäuse für Tonlampe und Lichtsteuergerät, e Spalt-optik. 3 Trickaufnahmegerät mit fahrbarer Bildkamera. 4 Bildtonkopie (35 mm breiter Normalfilm). 5 Synchronisierungs- und Mischatelier. 6 Vorführraum eines Lichtspieltheaters.

FLUGZEUG



1



2



3



4



5



6



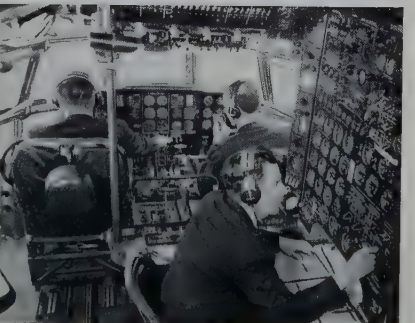
7



8



9



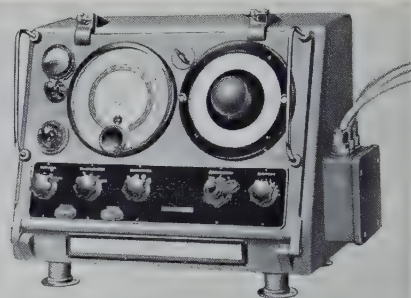
10

1 Langstreckenverkehrsflugzeug Boeing 707-320 B. 4 Zweistrom-Strahltriebwerke von je 8 165 kp Schub, 26,6 t Nutzlast, bis 189 Fg., Rg. 973 km/h, Rw. über 7200 km. 2 Tu 114. 4 Propellerturbinen-Luftstrahltriebwerke mit je 12000 PS, bis 180 Fg., Rg. 900 km/h, Rw. 7000 km. 3 Langstreckenverkehrsflugzeug Vickers VC 10. 4 Zweistrom-Strahltriebwerke von je 9185 kp Schub, 17,2 t Nutzlast, bis 155 Fg., Rg. 960 km/h, Rw. 8850 km. 4 Reiseflugzeug de Havilland 125. 2 Strahltriebwerke von je 1360 kp Schub, bis 8 Sitze, Rg. 725 km/h, Rw. 2400 km. 5 Verkehrs-Hubschrauber Vertol 107. 2 Gasturbinen mit je 1065 PS, 25 Fg., Rg. 242 km/h. 6 Marine-Strahljäger Chance-Vought F 8 U mit ausgefahrenen Landeklappen. Sg. um Machzahl 2. 7 Allwetter-Strahljäger Lockheed F-104 G, Sg. über Machzahl 2. 8 Allwetter-Strahljäger Saab „Draken“ mit Doppel-Deltaflügel. Sg. um Machzahl 2. 9 Vertikalstart-Versuchsflugzeug Hawker P. 1127. 1 Zweistrom-Strahltriebwerke mit 6500 kp Schub oder Hub mit schwenkbaren Ausströmdüsen. 10 Pilotenkanzel eines Flugzeuges.

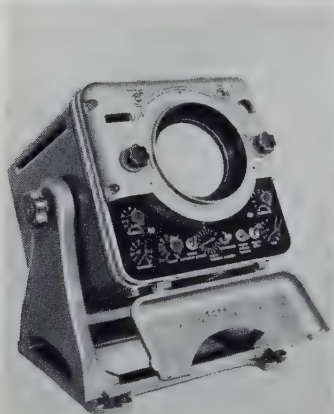
Fg. = Fluggäste, Rg. = Reisegeschwindigkeit, Rw. = Reichweite, Sg. = Spitzengeschwindigkeit.



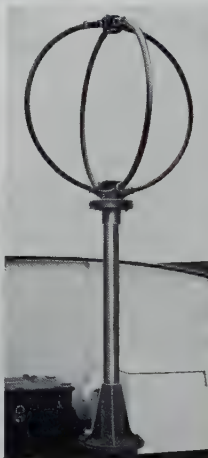
1



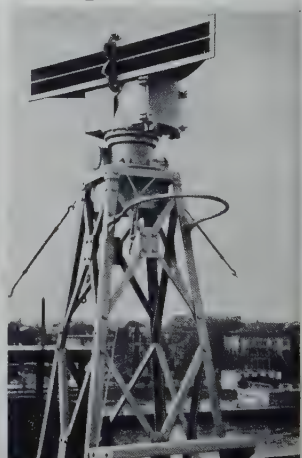
2



3



4



5



6



7

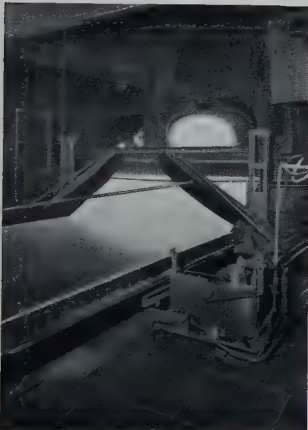
1 Decca-Anzeigergerät, Decometer (Baujahr 1951). 2 Goniometer-Teilgerät (Baujahr 1953). 3 Schiffs-Funkmeß- (Radar-) Anlage, Sichtgerät (Baujahr 1953). 4 Kreuzrahmen der auf Bild 2 dargestellten Anlage. 5 Drehantenne der auf Bild 3 dargestellten Anlage. 6 Radarbild des Hamburger Hafens, aufgenommen mit einem Panoramagerät vom Standort S (Amerikahöft). 7 Kartenausschnitt des gleichen Hafenbereichs; wegen der geringen Antennenhöhe (22 m) werden auf dem Radarbild fernerliegende Objekte von näheren teilweise verdeckt und erscheinen in Bild 6 nur unvollständig oder gar nicht. — 1 Decca Navigator Company Ltd., 2-3 Telefunken.



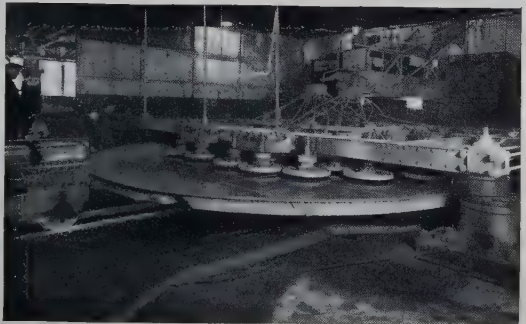
1



3



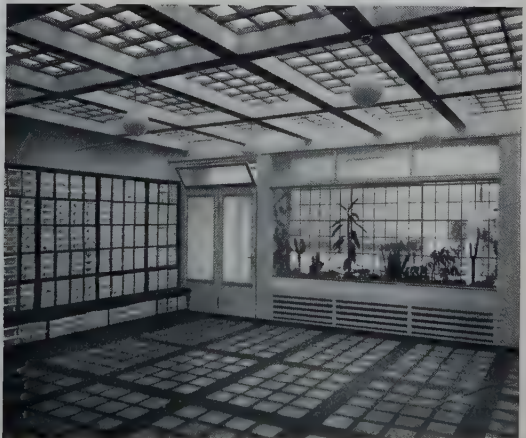
2



4



5



6

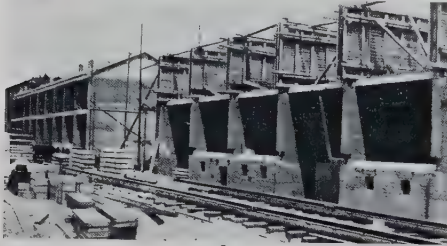
1 Mundblasen eines großen Kolbens (vorn die Holzform zum Fertigmachen). 2 Gießmaschine (Bicheroxmaschine) einer Spiegelglashütte. 3 Schleifmaschine. 4 Poliermaschine (die Rohglascheiben sind auf dem Schleiftisch festgekippt). 5 Treppenhaus mit gebogenen Glasflächen (Stuttgart, Kaufhaus Merkur). 6 Schuhgeschäft; Decke und Fußboden (darunter Lager) aus Glasstahlbeton, mit quadratischen Glaskörpern und unbedeckten Rippen.



1



2



3



4



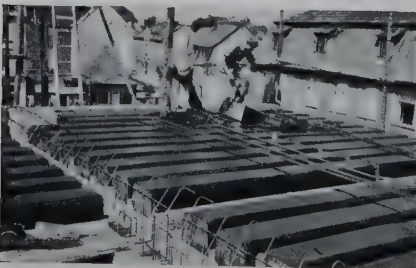
5



6



7

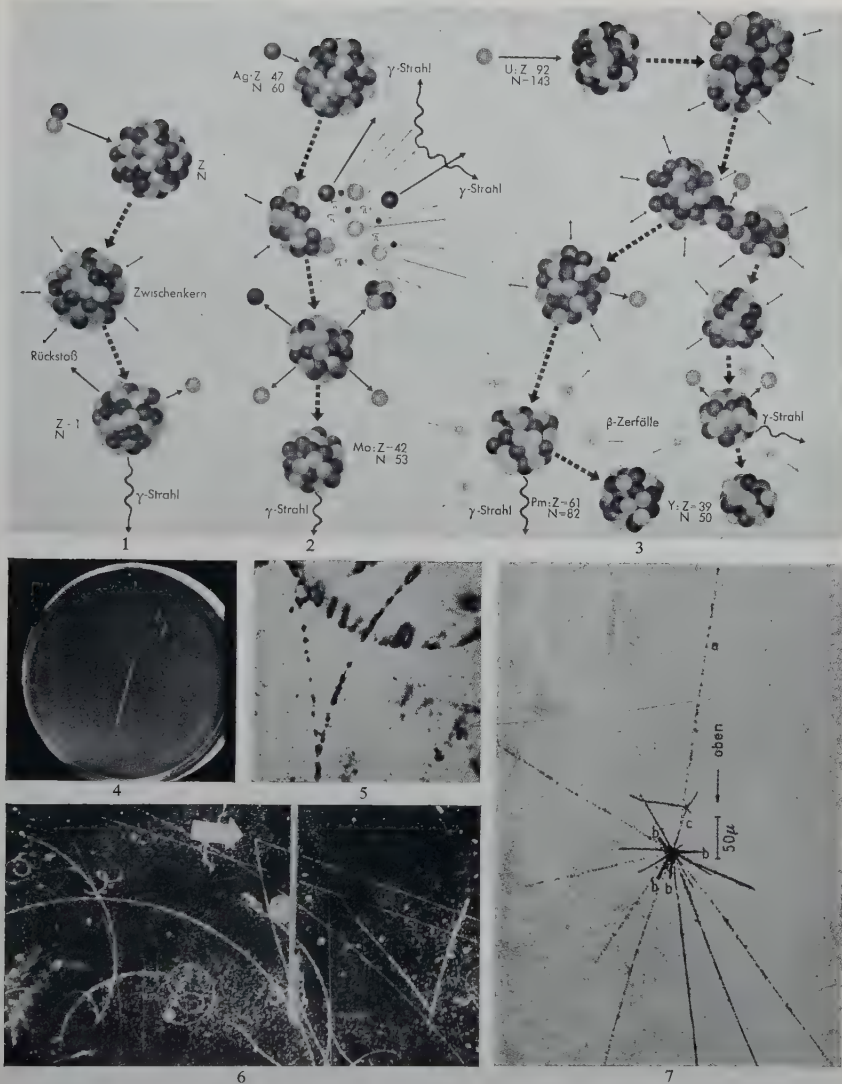


8

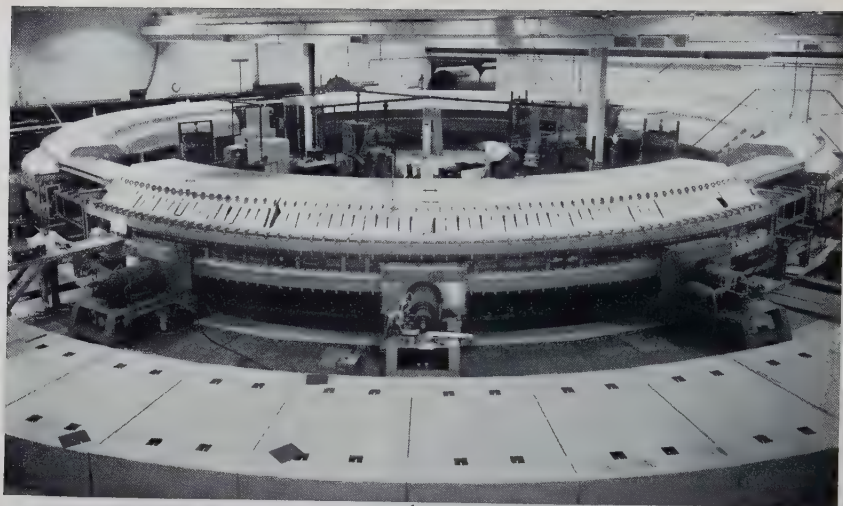


9

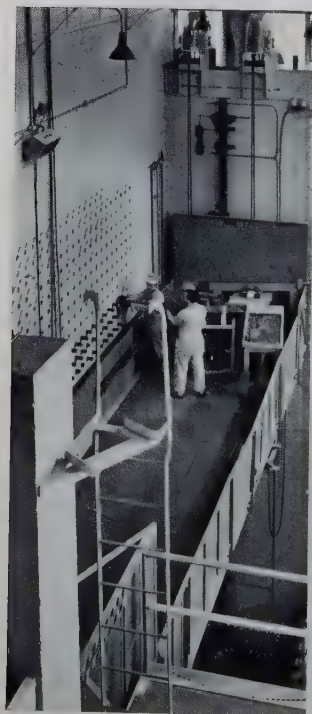
1 Naturstein-Mauerwerk, zugehaue Werksteine im Verband verlegt, Hintermauerung durch Bruchsteine. 2 Backsteinbau; massive Treppenstufen liegen auf einem Mauervorsprung von $\frac{1}{2}$ Stein (Verband der mittleren Mauer zeigt dort „Binder“ und „Läufer“, rechts nur „Läufer“). 3 und 4 Kombinierte Betonbauweise; tragende Querwände aus Schüttbeton (Kalksplitt) und vorgefertigte Außenwandelemente (Versuchssiedlung Heidenheim, Forschungsgemeinschaft „Bauen und Wohnen“). 5 Neuartige Beton-Bauweise; Beton wird in die mit Bewehrung versehenen, aus Leichtbauplatten gebildeten Hohlräume eingestampft. Die Platten ersetzen die Schalung und bleiben als Schall- und Wärmeschutz. 6 Stahlbeton-Fachwerk; schwere Holzverschalung gemietetes Knotenblech verbindet Stütze, Strebe und Riegel. 7 Stahlfachwerk; 8 Gußformen und Bewehrung einer Beton-Stegdecke. 9 Auffüllen einer Beton-Massivdecke über der Bewehrung. Mit Hilfe der Holzleisten wird eine gleichmäßige Betonstärke erzielt.



1, 2, 3 Kernreaktionen. 1 Kernprozeß, bei dem ein Deuteron in den Kern eindringt und ein Neutron wieder ausgesandt wird [(d, n)-Prozeß]. 2 Von einem sehr energiereichen Proton bewirkte Kernzertrümmerung, durch die ein Silberkern in einen Molybdänkern umgewandelt wird. Bei der Zertrümmerung sendet der Kern außer Nukleonen auch mehrere π^0 -Mesonen aus. 3 Die technisch wichtige Kernspaltung des Urankerns U 235. Während und nach der Spaltung werden Sekundär-Neutronen, danach noch mehrere Elektronen (β -Teilchen) ausgesandt; als Endprodukte erscheinen hier ein Promethium- und ein Yttriumkern. 4 Nebelkammeraufnahme eines Protons (Kammermitte), das durch ein schnelles Neutron aus einem Deuteron herausgeschlagen wurde (n, p)-Prozeß. Kammerfüllung: schwerer Wasserstoff und Alkohol. Das Neutron kommt von oben; es hinterläßt wegen des Fehlens einer elektr. Ladung keine Nebelspur. 5 Paar-Erzeugung (negatives und positives Elektron) im Magnetfeld, hervorgerufen durch γ -Strahlen in Kernnähe. 6 Künstliche Erzeugung eines Hyperons in der Nebelkammer durch den Protonenstrahl des Kosmotrons im Brookhaven National Laboratory. Der Beginn der V-Spur ist durch den Pfeilspitze markiert. Das Teilchen (Λ^0) selbst ist neutral und hinterläßt keine sichtbare Spur. Erst durch den Zerfallsakt in ein positiv geladenes Proton und ein negatives π^- -Meson wird es beobachtbar ($\Lambda^0 \rightarrow p^+ + \pi^- + 37 \text{ MeV}$). 7 Kernexplosion durch ein von oben kommendes Teilchen (Spur a); bei der nach dem primären Stoßprozeß einsetzenden Kernverdrampfung werden auch langsame Protonen, α -Teilchen und schwere Kernbruchstücke emittiert, die sich als dicke kurze Spuren in der Platte abzeichnen (b); ein ebenfalls emittiertes Meson (c) löst eine neue Kernexplosion aus.



1



2

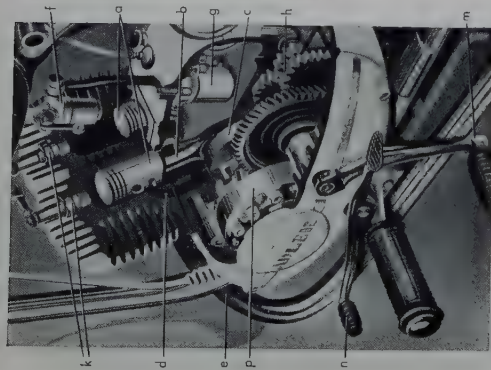


3

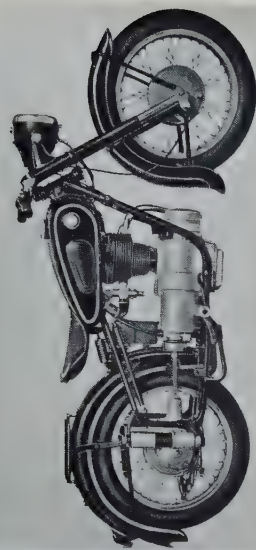


4

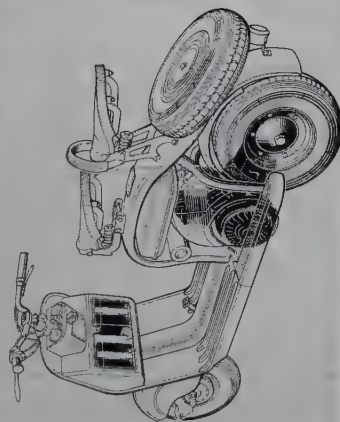
1 3000 MeV-Protonen-Synchrotron (Kosmotron) des Brookhaven National Laboratory in Upton (N.Y.); Gewicht 2200 t, $\varnothing$ 25 m. 2 Ladefläche des Kernreaktors von Oak Ridge. 3 Fernbedienung starker radioaktiver Präparate mit Manipulator. 4 Kernverschmelzung: Das englische Versuchsgerät „Zeta“ (Zero energy thermonuclear apparatus); teilweise aufgeschnittenes Modell des Torus, in dem die durch den Pinch-Effekt fadenförmig zusammengepreßte Plasma-Entladung zu sehen ist.



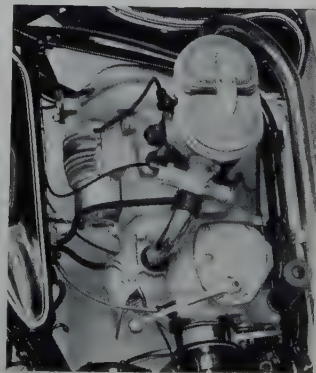
3



5



4



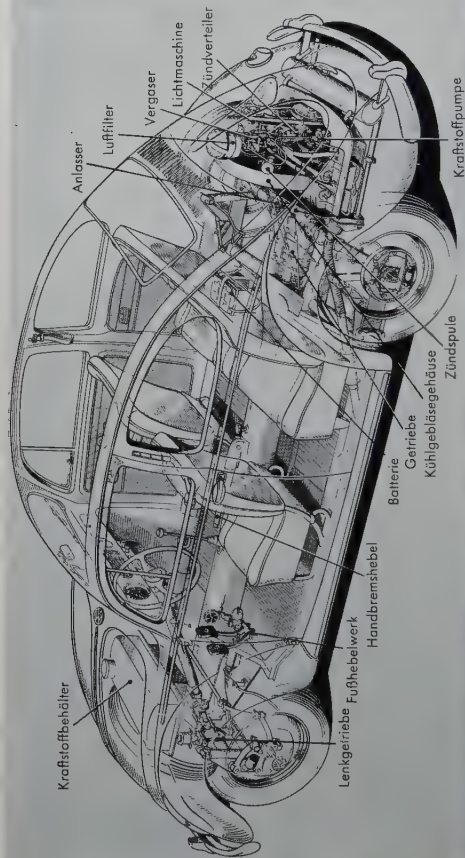
2



6

1 Aufgeschnittener 2-Zyl.-2-Taktmotor (Adler MB 250): a Kolben, b Pleuel, c Pleuelstange, d Pleuellager, e Pleuellagerbolzen, f Pleuellagerbolzen, g Pleuellagerbolzen, h Pleuellagerbolzen, i Pleuellagerbolzen, j Pleuellagerbolzen, k Pleuellagerbolzen, l Pleuellagerbolzen, m Pleuellagerbolzen, n Pleuellagerbolzen. 2 Glasflüchtiger 500-cm³-Boxermotor mit angeblocktem Vierganggetriebe (BMW). 3 Moped „Quickly“, NSU; 50 cm³, Zentralprüfstrahlen. 4 Motoranordnung beim NSU-Motorroller „Lambretta“. 5 BMW R 25/3; 250 cm³, 1-Zyl.-4-Takt, 13 PS, Kardanantriebsantrieb, Teleskopfederung. 6 Messerschmitt-Kabine; 200 cm³, 10 PS, Oberteil zum Einstieg hochklappbar.

KRAFTWAGEN



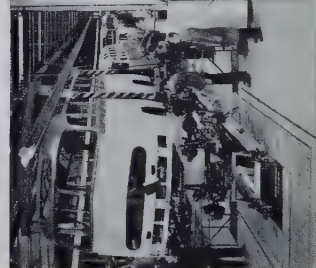
1



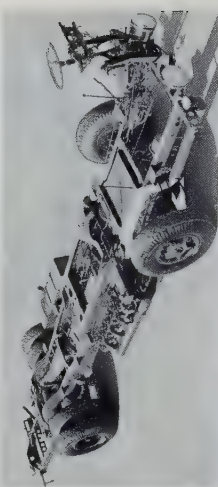
4



5



6



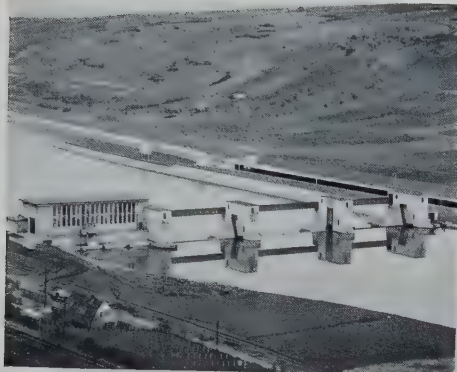
3



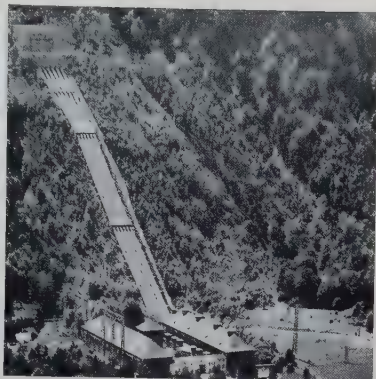
2

1 Schematische Darstellung eines Pkw. mit Heckmotor (Volkswagen). 2 Selbsttragende Ganzstahl-Karosserie des Opel „Olympia Rekord (II)“, 8-Zyl.-V-Motor, 2,6 Liter, 105 PS. 3 Büssing-Fahrgestell mit Unterflur-Dieselmotor. 4 Geöffnete Motorhaube des BMW 502 (8-Zyl.-V-Motor, 2,6 Liter, 105 PS). 5 Lenkdrachschaltung (Opel). 6 Montage von Omnibussen (Daimler Benz).

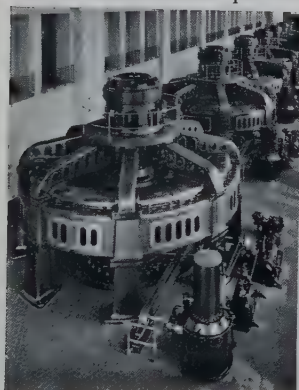
KRAFTWERK I



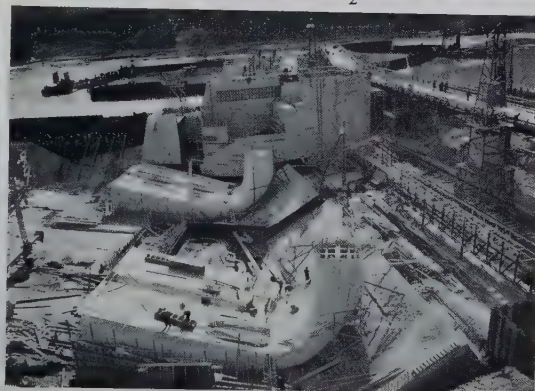
1



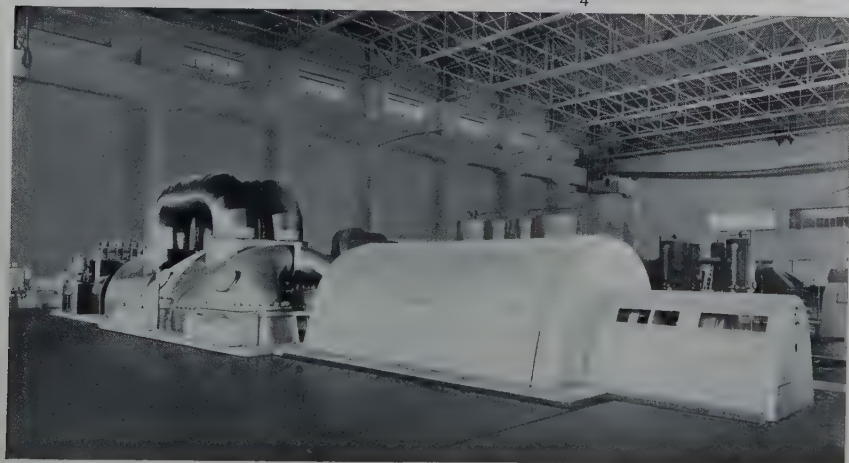
2



3



4

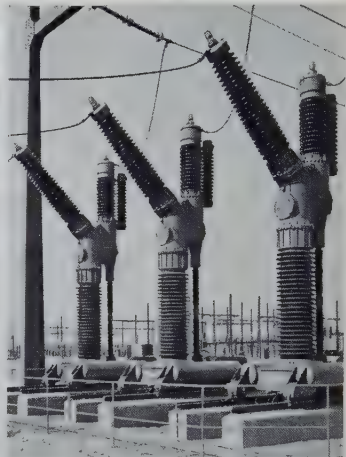


5

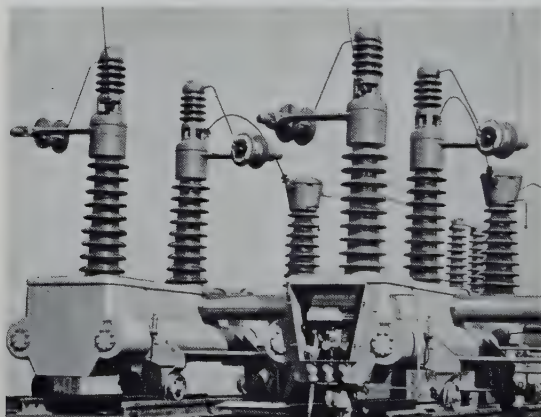
1 Staufstufe Marktbreit, Ansicht der Stauanlage vom Oberwasser aus (Rhein-Main-Donau AG). 2 Hochdruckanlage des Walchenseekraftwerks (Bayernwerk AG). 3 Generatorenhalle eines Wasserkraftwerks in Gösgen/Schweiz (Aare-Tessin AG). 4 Bau eines Wasserkraftwerks bei Dingolfing/Isar; in der Baugrube die zur Betonierung eingeschalteten Saugrohre der Turbinen, die das Wasser nach Arbeitsleistung in das Unterwasser ableiten (Bayernwerk AG). 5 Drehstrom-Turbo-Generator, 75 000 kVA, 10 500 V, 3000 U/min (Siemens).



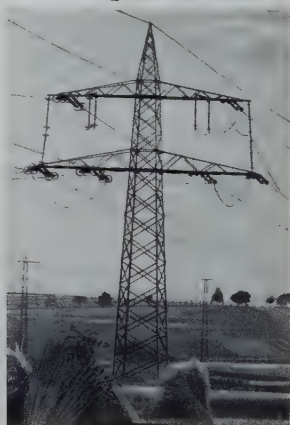
1



2



3



4

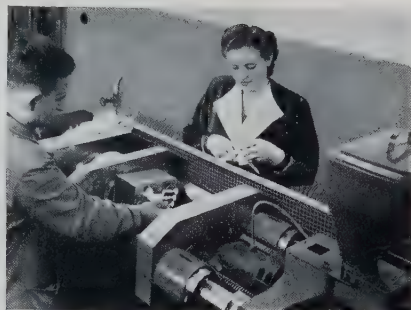


5

1 Quecksilber-Dampfgleichrichter-Anlage, Gefäße für 800 V und je 5000 A (BBC). 2 Expansionsschalter in einer 220 kV-Schaltanlage (Siemens). 3 Freistrahlschalter mit Potentialsteuerung, 110 kV, 2500 Mill. W (AEG). 4 Verdrillungsmast für 220 kV-Leitung (Siemens). 5 Schaltwarte mit Leuchtschaltbild in einem Umspannwerk (BBC).



1



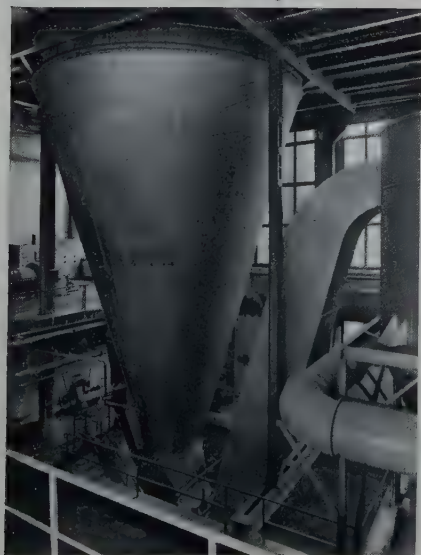
2



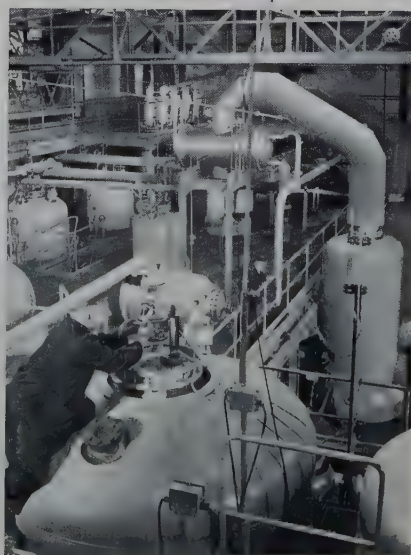
3



4



5

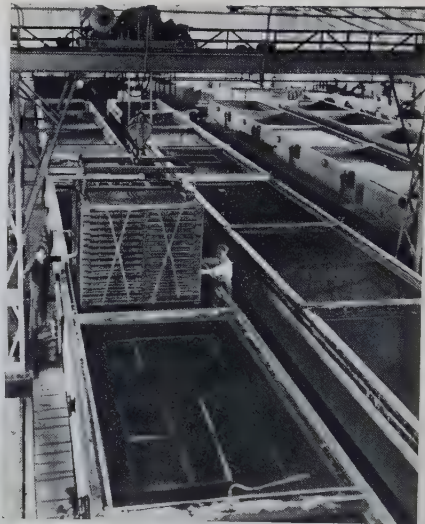


6

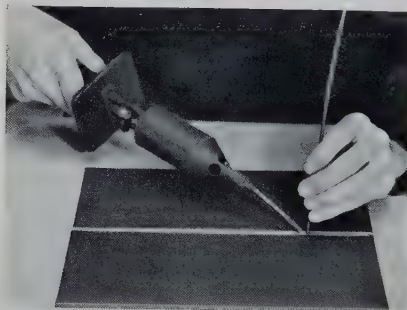
1 Herstellung von Kunstkauschuk („Buna“): Der in Reaktionskesseln gewonnene Latex wird in Bandform verarbeitet. 2 Verarbeitung von thermoplastischen Kunststoffen auf einer Spritzgußmaschine. 3 Anlage zur Herstellung von Viskose aus Zellulose. 4 Kunststoffe als Spinnfasern, Entstehung der Fasern aus der Spindüse. 5 Sprühtrockneranlage für Polyvinylchlorid. 6 Anlage zur Herstellung von Caprolactam als Ausgangsstoff für Polyamidfaser („Perlon“). — 1, 5 Chem. Werke Hüls G.m.b.H., 2 Rhein. Spritzgußwerke G.m.b.H., 3 Kalle und Co., 4 Verein. Glanzstoff-Fabriken AG., 6 Badische Anilin- und Sodafabrik.



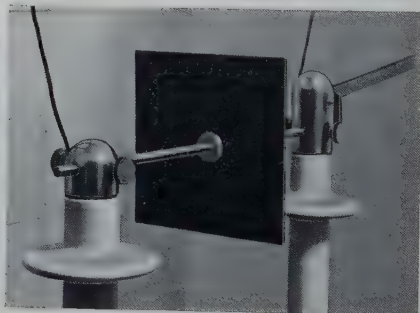
1



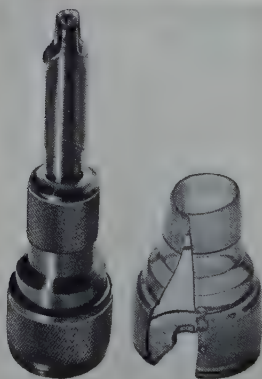
2



3



4



5



6



7

1 Herstellung von Polyäthylen-Folien nach dem Blasverfahren. 2 Polymerisation von Methacrylsäuremethylester zu glasklaren Scheiben („Plexiglas“). Die beim Polymerisieren erzeugte Wärme wird im Wasserbad gleichmäßig abgeführt. 3 Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen, z. B. Polyvinylchlorid. 4 Prüfung von Preßstoffen auf elektrische Beanspruchbarkeit (Durchschlagsfestigkeit). 5 Im Tauchverfahren aufgetragene Kunststoffhülle („Concor“) als Korrosionsschutz für Transport und Lagerung; rechts die abgetrennte Hülle. 6 Türbespannung aus Kunststoff („Acella“). 7 Kunststoffprothese für ein Hüftgelenk. — 1, 3 Dynamit AG., 2 Röhm u. Haas G.m.b.H., 4 Chem. Werke Albert, 5 Dr. Beck u. Co. G.m.b.H., 6 J. H. Benceck, 7 P. Kleuser.

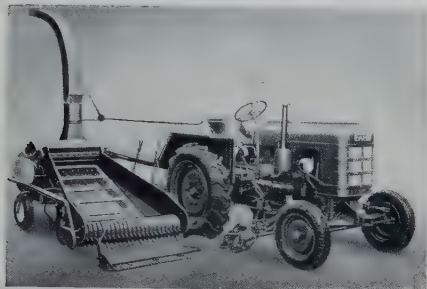
LANDMASCHINEN



1



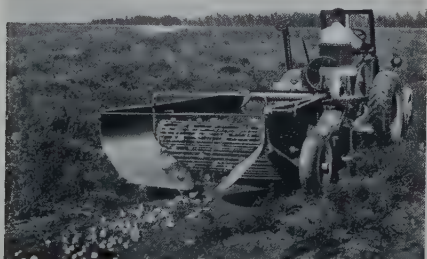
2



3



4



5



6

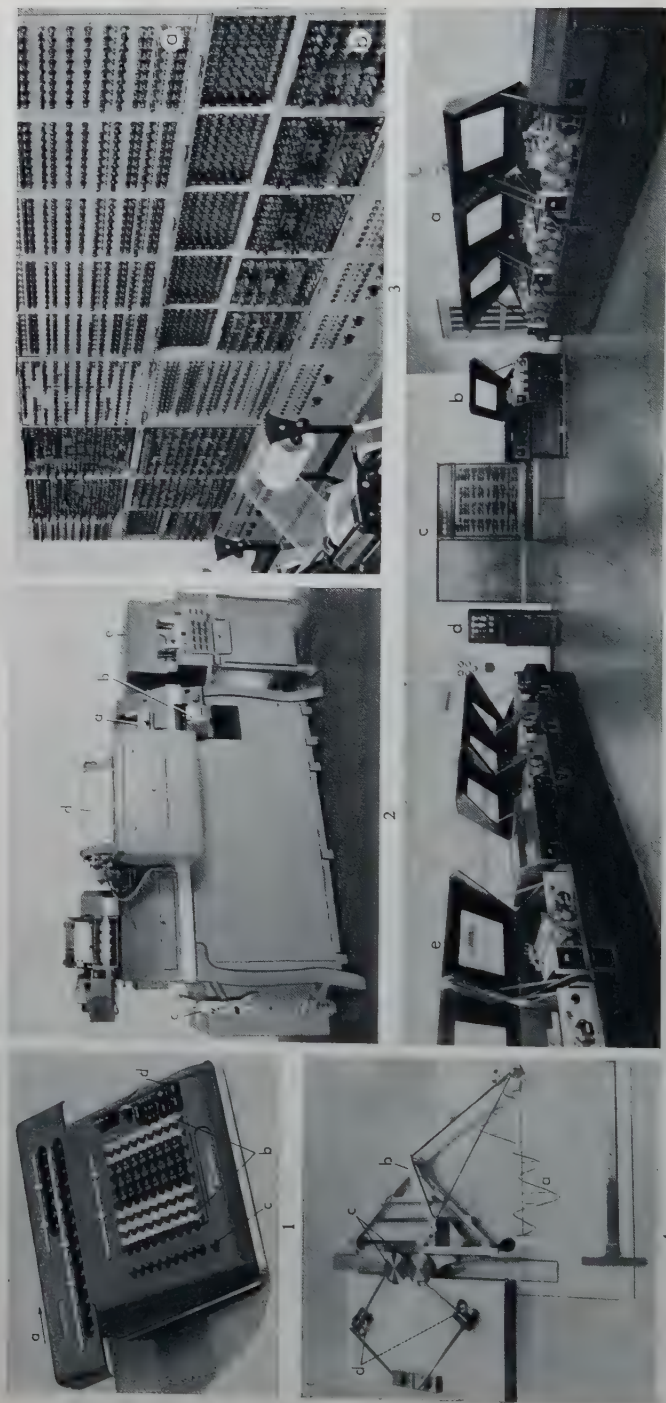


7



8

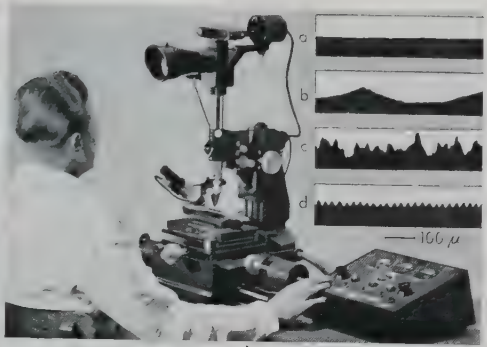
1 Ackerschlepper mit angelenktem Wechselflug, der durch Kraftheber ein- und ausgesetzt wird. 2 Motorisierte Sämaschine für Drillsaat (Reihensaat). 3 Schlepper mit angebaute Mähbalken, dahinter durch Zapfwelle angetriebener Grünfuttersammler und -häcksler. 4 Mähdrescher, der von der Zugmaschine über eine Zapfwelle angetrieben wird; ein angehängter Sammelwagen nimmt die Spreu auf. 5 Zweireihig arbeitender Kartoffel-Vorratsroder; nach Auswechseln der Schargruppe auch für die Zuckerrübenenernte verwendbar. 6 Pflanzenschutz-Spritze für Gespannzug. 7 Gebläsehäcksler beim Silieren von Grünfutter. 8 Futtersilos mit Rübenblattwäsche und Transportanlagen.



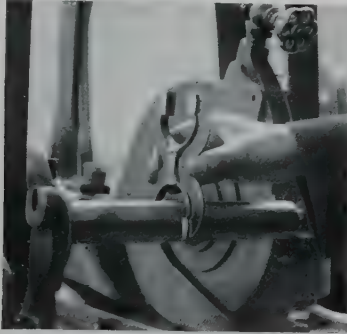
1–3 Ziffermäßige Arbeitsweise: 1 Elektrisch angetriebene Rechenmaschine (Diehl) für die vier Grundrechnungsarten; a verschiedenlicher Schlitten mit 7stelligem Umdrehungszählwerk und 13stelligem Ergebnisswerk; b Volltastenfeld für 10stellige Zahlen; c Wahlstastenreihe, auf der die Multiplikatorziffern nacheinander eingegeben werden; d Funktionstasten zum Steuern der Maschinenbewegung. 2 Lochkarten-Tabelliermaschine (Bull); a Fach mit den einlaufenden Lochkarten; b Fach mit den vorbereiteten Lochkarten; c auswechselbare Programm-Schalttafel; d Schreibwerk, schreibt die Ergebnisse in Tabellenform; e Summenlocher, locht die Ergebnisse in neue Lochkarten. 3 Elektronischer Rechenautomat (PERM), Techn. Hochschule München; Parallelverarbeitung 40stelliger Dualzahlen mit zusätzlicher Gleitkomma-Angabe; a fünf Rechenwerkzeuge für je acht Dualstellen; b Verstärker des (nicht sichtbaren) Magnetstromspeichers; links daneben Commandowerk und Gleichstromrechner, links vorn teilweise sichtbar zwei Fernschreibmaschinen zur Auslieferung; 4. Stetige Arbeitsweise: 4 Harmonischer Analysator (Mader-Ott); a zu analysierende Kurve; b Analysatorleiter; c auswechselbare Zahnräder für die einzelnen Harmonischen; d Planimeter als Nebengeräte. 5 Integrieranlage (IPM-Ott); a vier Integriergeräte; b zwei Multiplizier- und Dividiergeräte; c Kopplungstafel; d Wandschrank mit Addier- und Subtrahiergeräten; e Funktionstische zum Ablesen von Eingangskurven und zum Zeichnen der Ergebniskurven.



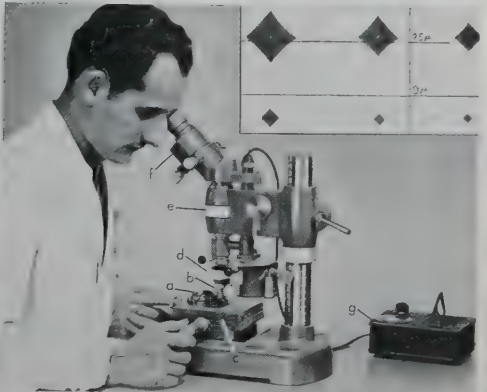
1



4



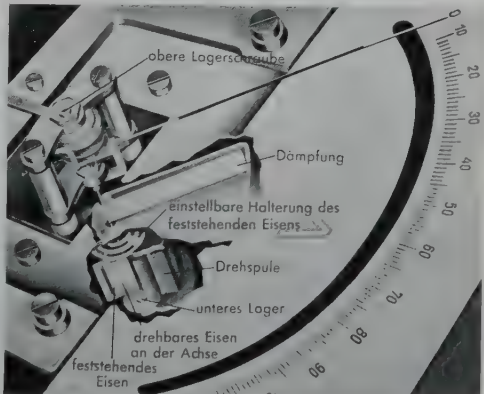
2



5



3



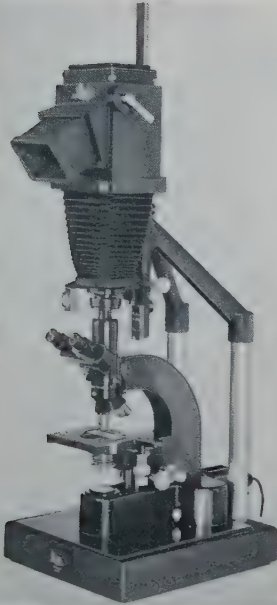
6

1-3 Lehren: 1 Gewinde-Rachenlehre zum Prüfen von Gewinden. Das zu prüfende Werkstück (hier ein Schraubenbolzen) muß sich leicht durch das vordere Rollenpaar, die Gutseite, hindurchschieben lassen. 2 Prüfen einer Welle mit einer doppelmäuligen Grenz-Rachenlehre. 3 Kegellehren, bestehend aus Kegellehrhorn und Kegelhülse. Links oben Kegelhülse, rechts oben Hülse mit eingestecktem Kegellehrhorn, unten Kegellehrhorn. 4, 5 Optische Meßgeräte: 4 Meßgerät (nach Forster) für Oberflächenprofile. Meßbeispiele: a Stahlbolzen-Süßseite, gut geläpft; b desgl., schlecht geläpft, mit Formfehler; c Stahl, gedreht; d Leichtmetall, feinstgedreht. 5 Klein Härteprüfer zur Bestimmung der Vickershärte; a Objekt, b Eindringkörper, c Meßtisch, d Gewicht (auswechselbar), e Mikroskopobjektiv, f Meßokular, g Reguliertransformator. Oben rechts Eindrücke in Stahl, bei einer Belastung von 300, 200, 100, 50, 25, 15 g. Teilstriche der Meßskala zeigen Intervalle von 25 μ . 6 Blick in das Meßwerk eines Dreheisen-Präzisionsinstruments. Der Achse folgend von oben nach unten: Gegendrehmomentfedern, Zeigerbefestigung, oberes Innenspitzenlager, Dämpfling in der Dämpfungskammer, bewegliches und festes Eisen in der Rundspule.

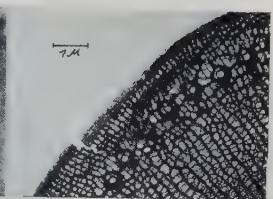
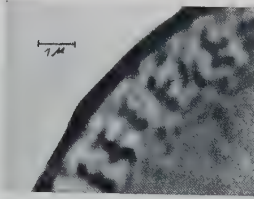


1 Opal. 2 Amethyst; Ausschnitt aus einer Druse, darüber geschliffen. 3a Korund: 3b Saphir, 3c Rubin.
 4 Beryll: Smaragd; Kristall und Schliff. 5 Beryll: Aquamarin, Kristall und Schliff. 6 Turmalin: Kristall,
 daneben roter und grüner Stein, geschliffen. 7 Malachit. 8 Türkisadern in Gestein, daneben geschliffen.
 9 Quarz: zwei ausgebildete Kristalle. 10 Kalkspat. 11 Flußspat. 12 Kalifeldspat, in der Mitte Karlsbader
 Zwillinge. 13 Bleiglanz. 14 Glaskopf, Brauneisenstein. 15 Pyrit: links würfliche Kristalle, rechts Pentagon-
 dodekaeder (Pyritoeder). 16 Magnetit: drei Oktaeder auf Chloritschiefer. 17 Quarzporphyr: rötliche Grund-
 masse, Einsprenglinge von Feldspat (hell), Glimmer (schwarz) und Quarz (grau). 18 Granit: Feldspat,
 Quarz, Glimmer. 19 Gneis: dieselben Gemengteile, schieferig. 20 Buntsandstein.

MIKROSKOPIE



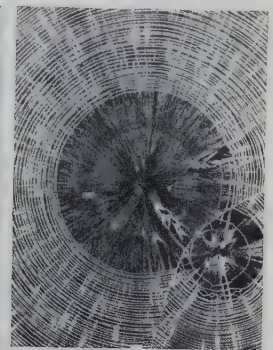
1



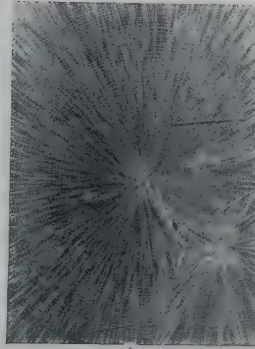
3



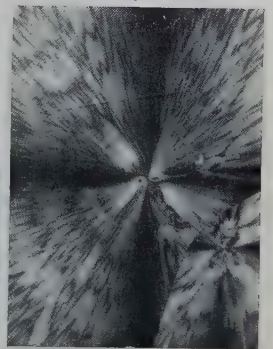
4



5



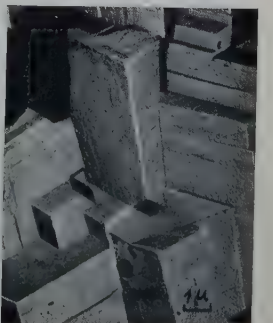
6



7

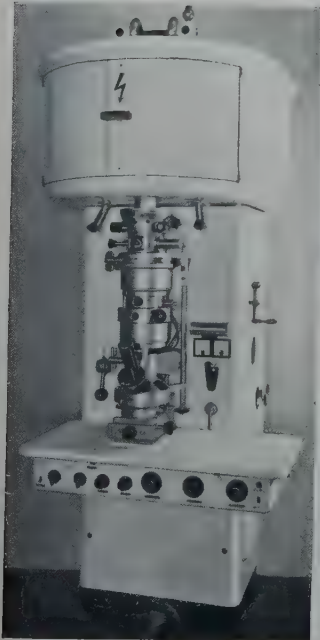


8



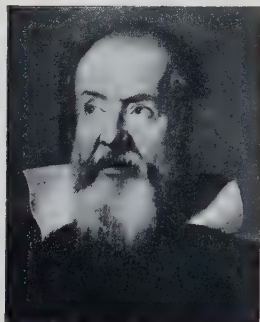
9

2

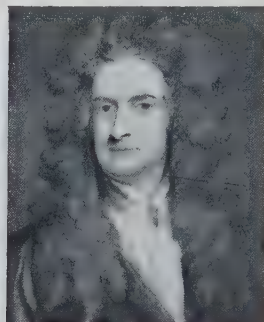


1 Großes Forschungsmikroskop (Leitz) mit mikrophotograph. Einrichtung in Verbindung mit einer Balgen-Spiegelreflexkamera. **2** Elektronenmikroskop (Siemens-Übermikroskop nach Ruska und v. Borries). **3** Mikrobild (links) und Elektronenbild (rechts) einer Kieselalge (Vergr. 6000: 1, nach Götz). **4-7** Die vier wichtigsten lichtmikroskopischen Untersuchungsmethoden, verglichen an Aufnahmen der Hippursäure: **4** Hellfeldaufnahme, **5** Dunkelfeldaufnahme, **6** Phasenkontrastaufnahme, **7** Polarisationsaufnahme. **8, 9** Elektronenbilder: **8** Molekülkristalle vom Tabaknekrose-Virus (Vergr. 68000: 1, nach Wyckhoff). **9** Oxyd-Abdruck von geätztem Aluminium (Vergr. 60000: 1, nach Mahl).

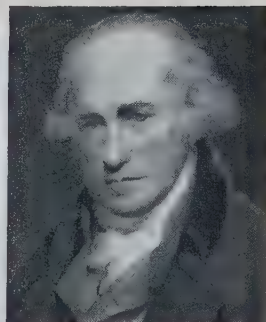
NATURFORSCHER UND ERFINDER



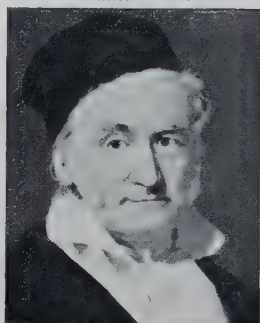
Galileo Galilei



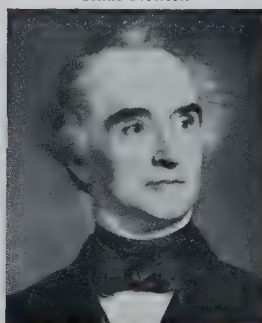
Isaac Newton



James Watt



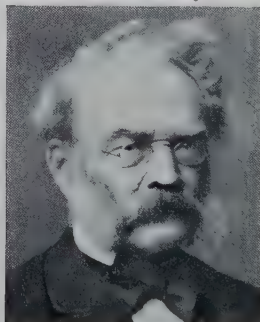
Karl Friedrich Gauß



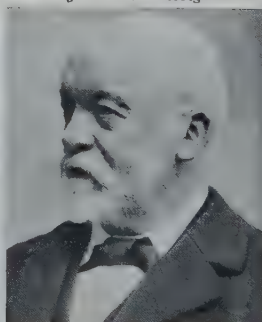
Justus von Liebig



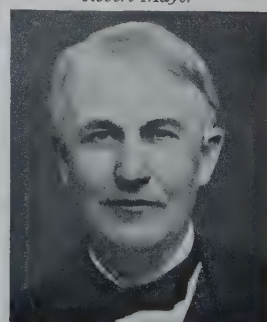
Robert Mayer



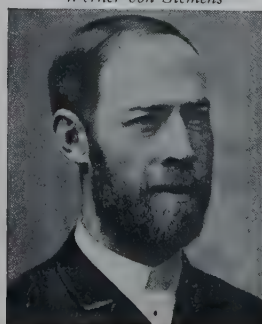
Werner von Siemens



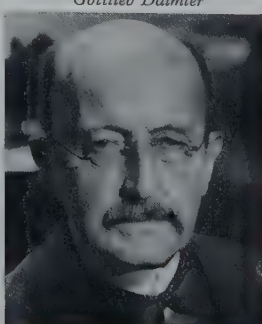
Gottlieb Daimler



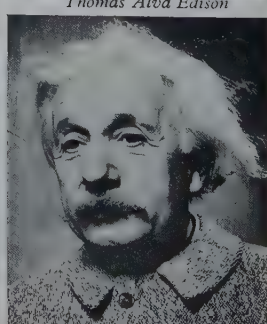
Thomas Alva Edison



Heinrich Hertz



Max Planck



Albert Einstein

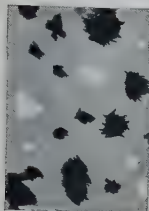
PHOTOGRAPHIE



1



2



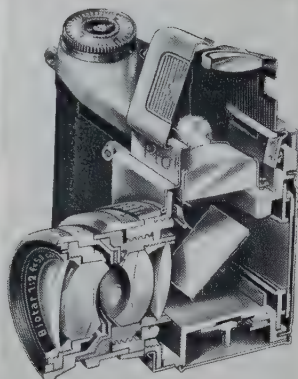
3



4



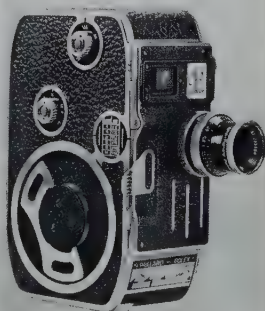
5



6



7



8



9

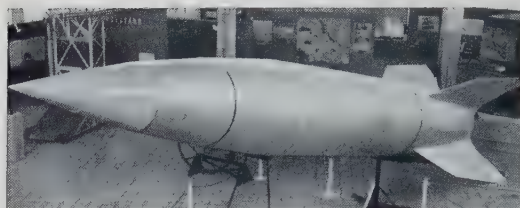


10

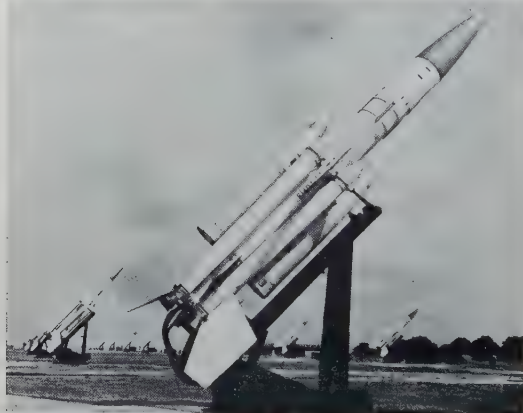


11

1-4 Photographischer Elementarprozeß (schematisch, etwa in 3000facher Vergr.): 1 Unbelichtete, hochempfindl. Schicht; sie enthält Körner verschiedener Form und Größe. 2 Belichtete Schicht; in einzelnen Körnern haben sich ein oder mehrere Keime gebildet (hier durch Punkte dargestellt), die Ansatzstellen für die Entwicklung des ganzen Kornes. 3 Entwickeln; Körner, die bei der Belichtung Keime enthalten, werden durch Entwicklerlösung zu metallischem Silber reduziert und sehen infolge der feinen Verteilung des ausgeschiedenen Silbers schwarz aus. 4 Fixieren; nichtentwickelte Bromsilberkristalle werden durch das Fixierbad aufgelöst und dann durch Wässern entfernt. 5 Agfa-Synchro-Box 6×9 cm mit Blitzlampe. 6 Einäugige Spiegelreflexkamera Praktika FX (Schnittbild). 7 Kleinbildkamera Leica III F mit austauschbaren Objektiven: a Kamera (Grundmodell), b Universalsucher, c Weitwinkel-Objektiv, d, e normalbrennweitige Objektive, e, f höchstlichtstarke Objektive, g-k Objektive langer Brennweite (c Summaron 3,5 cm, d Elmar 5 cm, e Summarit 5 cm, f Summaron 8,5 cm, g Elmar 9 cm, h Hektor 12,5 cm, k Telyt 20 cm), m Filter. 8 Schmalfilmkamera Bolex C 8 (8 mm-Schmalfilm). 9-11 Aufnahmen vom gleichen Standort mit verschiedenen Objektiven: 9 mit Weitwinkel-Objektiv ($f = 35$ mm), 10 mit Normal-Objektiv ($f = 50$ mm), 11 mit Tele-Objektiv ($f = 150$ mm).



1



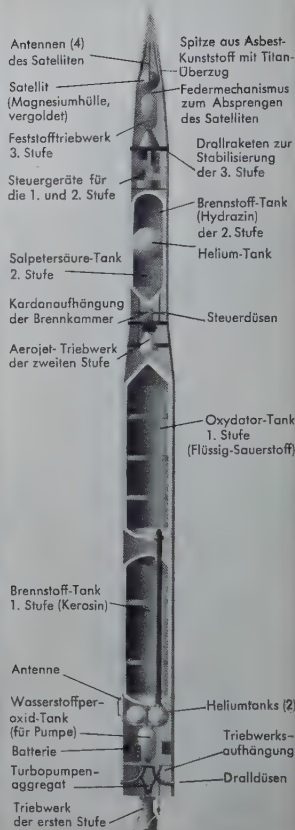
2



3



5



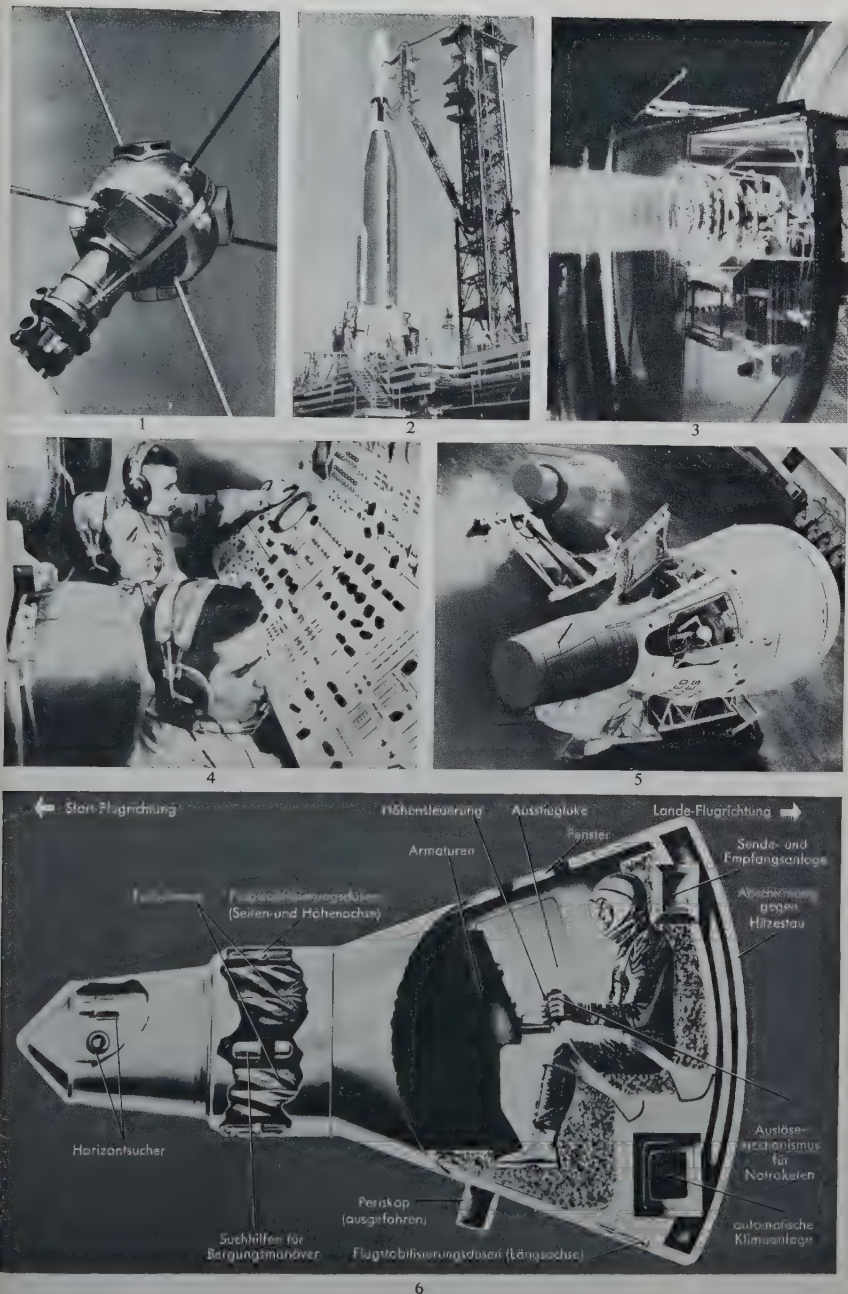
4



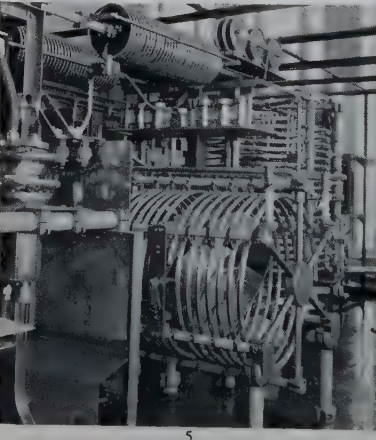
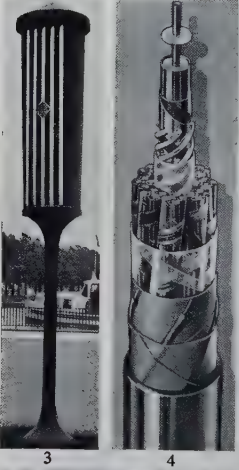
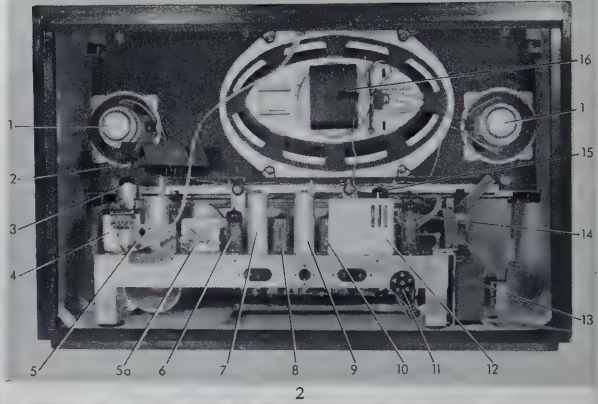
6

1 Rakete „V 2“; Länge 14 m, Startgewicht 12,5 t, größte Flughöhe bei Vertikalstart 213 km, Reichweite etwa 350 km; 1944 (Deutschland). 2 Luftabwehr-Flugkörper „Bloodhound“; Länge 6,75 m, Startgewicht über 1400 kg, Start mit 4 Feststoffraketen (Großbritannien). 3 Sowjetische Kampfrakete. 4 Aufbau der dreistufigen amerikanischen Satelliten-Trägerrakete „Vanguard“ (nach Deutsche Gesellschaft für Raketentechnik und Raumfahrt, Stuttgart). 5 Montagetürme und Startanlagen auf dem Raketenversuchsgelände Kap Kennedy. 6 Flüssigkeits-Raketentriebwerk von 182000 kp Schub.

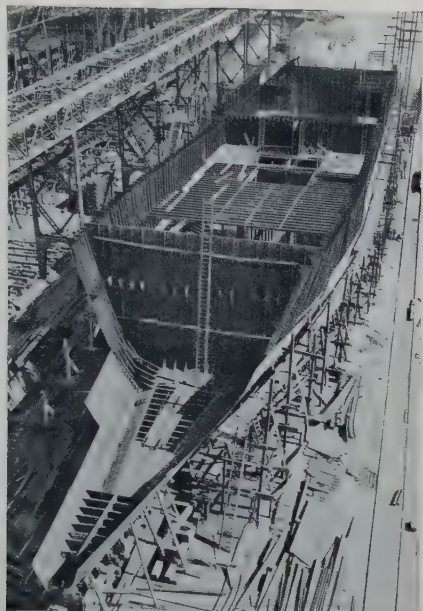
RAKETEN UND RAUMFAHRT II



1 Amerikanischer Erdsatellit „Vanguard“, montiert auf die 3. Stufe der Trägerrakete. 2 Trägerrakete „Atlas-Agena“ mit Mondsonde „Ranger“ auf dem Abschubtisch; daneben das Wartungsgerüst. 3 Ionentriebwerk (45 p Schub) auf dem Prüfstand in einer Vakuumkammer. 4 Testpiloten an der Instrumententafel des Modells einer Apollo-Kapsel während eines simulierten Fluges. 5 Größenvergleich einer Mercury-Kapsel (oben) mit einer Gemini-Kapsel. 6 Schnitt durch eine Mercury-Kapsel.



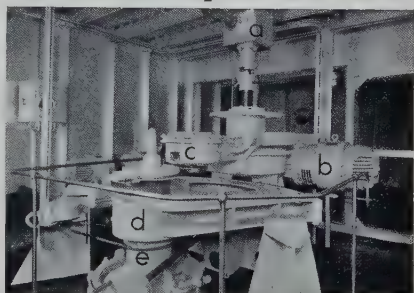
1 Transistoren für Kleinstempfänger. 2 Rundfunkempfänger (Telefunken „Concertino“); 1 Mitteltonlautsprecher, 2 drehbare Ferritantenne mit Abschirmung, 3 UKW-Eingangs- und Mischröhre ECC 85, 4 UKW-Eingangs- und Mischteil, 5 Schalteiste für Dipol-Antenne, 5a Drehkondensator für die Abstimmung, 6 Oszillator- und Mischröhre ECH 81 (LW, MW, KW) und Zwischenfrequenzverstärkerrohre für UKW, 7 erstes Kombinationsbandfilter für FM (UKW) und AM (LW; MW, KW), 8 erste Zwischenfrequenzverstärkerrohre EF 89, 9 zweites Kombinationsbandfilter, 10 zweite Zwischenfrequenzverstärkerrohre EF 89, 11 Netzspannungswähler, 12 Demodulatorstufe für AM und UKW, 13 Netztransformator, 14 Lautsprecherrohre EL 84, 15 Demodulatorrohre EABC 80 für HF-Gleichrichtung, 16 Tiefton-Ovallautsprecher. 3 Lautsprecheranlage (Tonsäule). 4 Trägerfrequenzkabel mit koaxialen Kern und beigepackten Trägerstromverstärkern. 5 200 kW-Endstufe eines Rundfunk-Großsenders. 6 Regieraum; im rechten Studio der Solist, im linken der Ansager, davor Regietisch und Schallplattenspieler. 7 Magnet-Tongeräte.



1



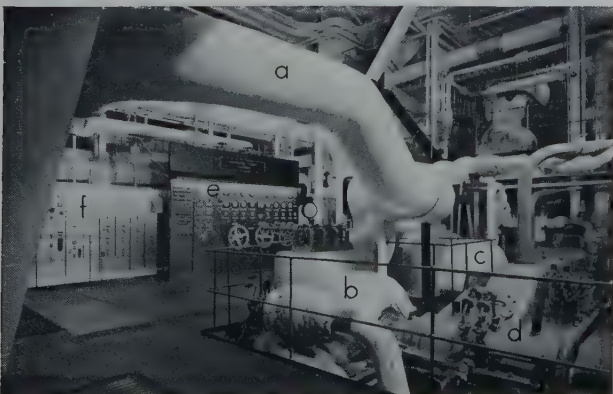
2



3

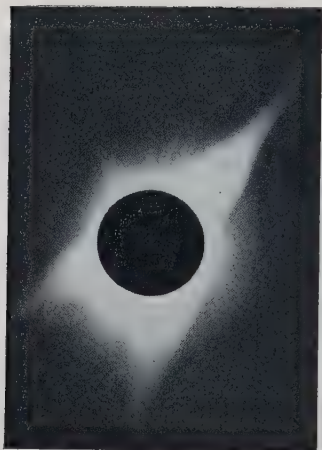


4

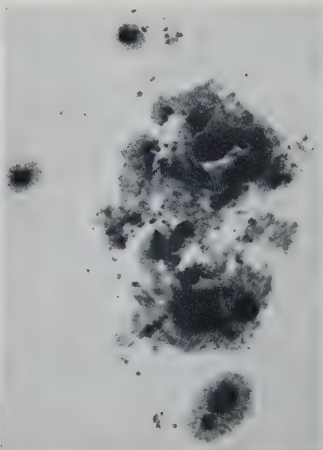


5

1 Frachtschiff im Bau.
2 Fahrgastkammer auf dem Turbinen-Fracht- und Fahrgastschiff SS. „Israel“.
3 Elektrische Quadrant-Rudermaschine für ein Fracht- und Fahrgastschiff von 10000 t Tragfähigkeit; a Antrieb für Handruder, b Elektromotor, c Ruderwächter, d Ruderquadrant, e Ruderschaft.
4 Kommandobrücke eines Turbinen-Tankers von 28000 t Tragfähigkeit; a Echolot, b Signal-Flaggen, c Ruderstand und Gyrokompaß, d Radar, e rotierendes Klarsicht-Fenster, f Maschinen-Telegraph.
5 12500 Ps (effektiv)-Hochdruck-Verbund-Turbine eines Tankers von 32000 t Tragfähigkeit; a Hochdruck-Zudampfleitung, b Hochdruck-Turbine, c Niederdruck-Turbine, d Übersetzungsgetriebe, e Manövrier-Schalttafel, f elektrische Schalttafel. — (2-5 Deutsche Werft)



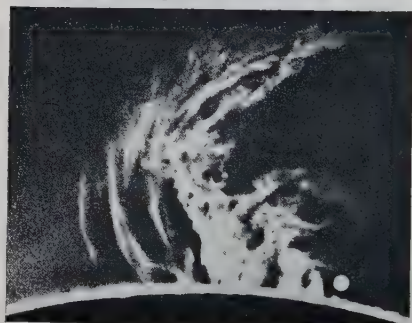
1



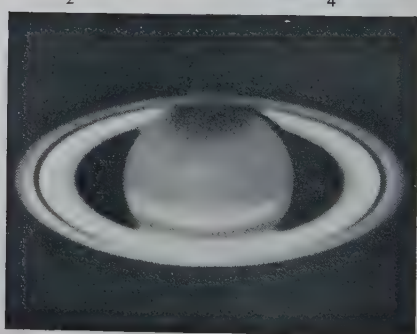
2



4



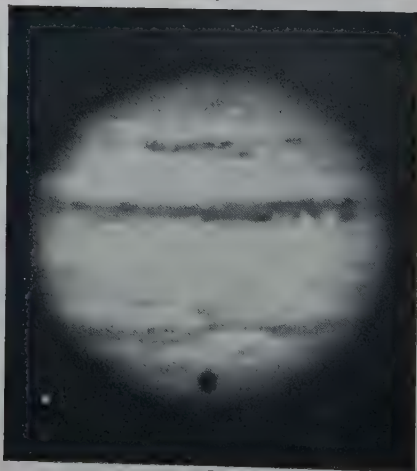
3



5



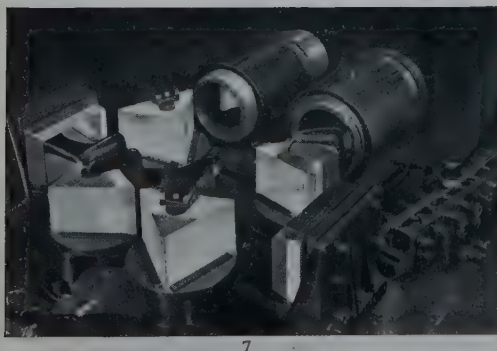
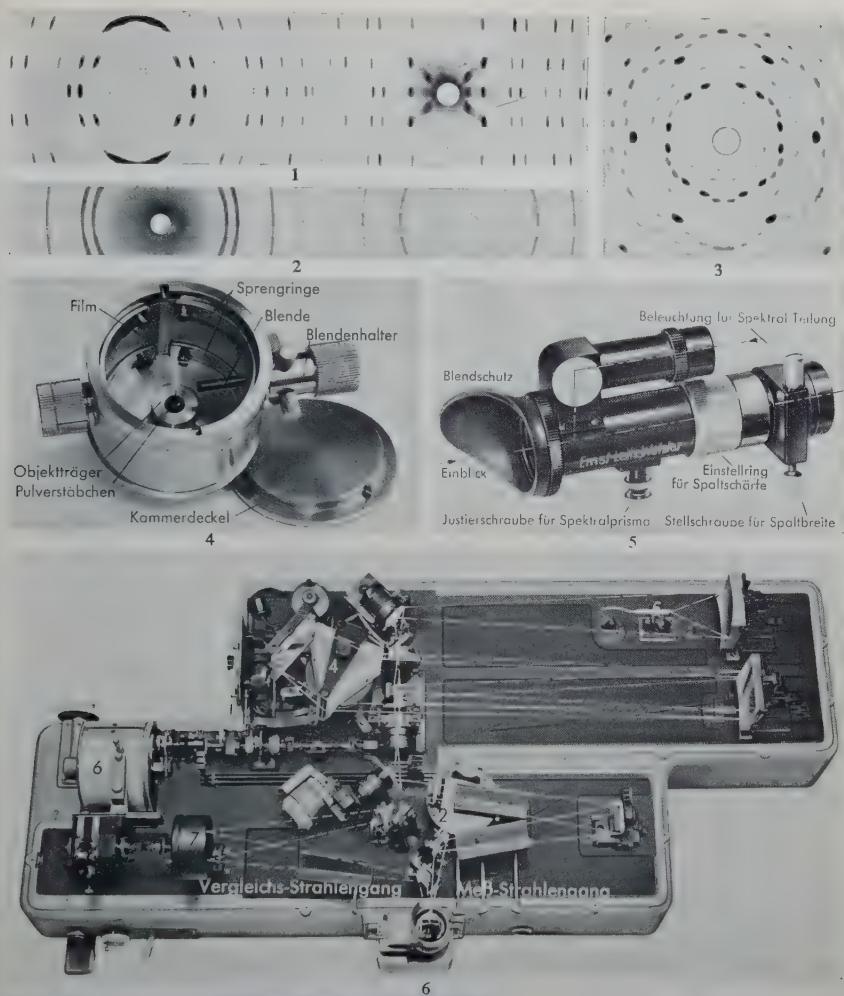
6



7

1 Sonnenkorona bei der totalen Sonnenfinsternis vom 25. 2. 1952; Typus des Fleckenminimums. 2 Große Sonnenfleckengruppe vom 17. 5. 1951. 3 Sonnenprotuberanz (zum Vergleich der Größe ist die Erde als helle runde Scheibe eingezeichnet). 4 Komet Cunningham (1940). 5 Planet Saturn. 6 Vollmond, zusammengesetzt aus je einer Hälfte des ersten und des letzten Viertels. 7 Planet Jupiter; am unteren Rand der Schatten eines Mondes. — 1 Yerkes Observatorium, 2, 3, 4, 5, 7 Mt. Wilson und Mt. Palomar, 6 Lick Observatorium.

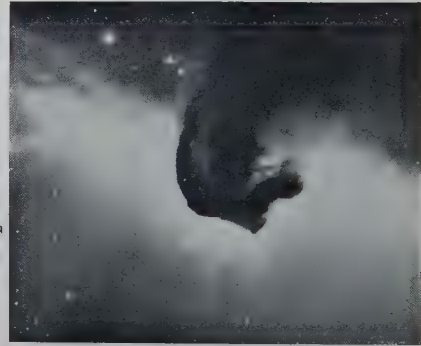
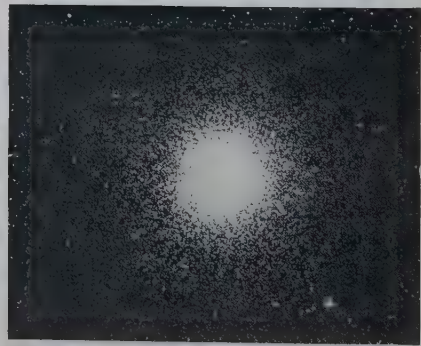
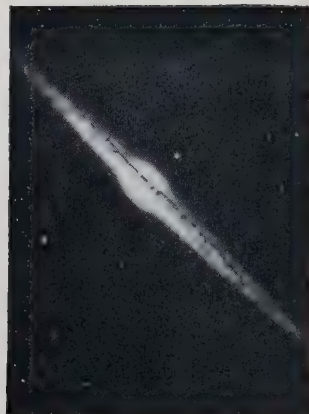
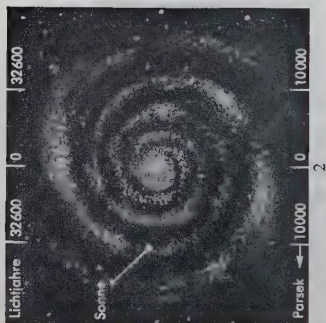
SPEKTREN UND SPEKTRALAPPARATE



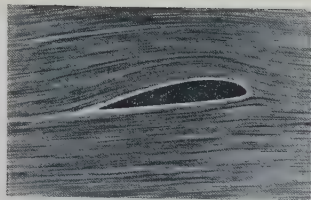
1-4 Röntgenspektrographie (Spektren vgl. Tafel Farbe): 1 Drehkristallaufnahme einer Quarznadel. 2 Debye-Scherrer-Diagramm (Pulveraufnahme) von Lithiumfluorid. 3 Laue-Aufnahme eines Berylls. 4 Röntgenkammer für Aufnahmen nach dem Debye-Scherrer-Verfahren. 5 Handspektroskop (Leitz). 6 Ultrarotspektrograph mit Doppelweg-Strahlengang zur Ausschaltung von Intensitätsschwankungen der Strahlungsquelle und von störenden Einflüssen der umgebenden Luft. 1 Nernststift, 2 zu untersuchende Substanz, 3 rotierender Halbspiegel (12 U/s), der abwechselnd Meßstrahl und Vergleichsstrahl in den Monochromator 4 eintreten läßt, 5 Thermoelement, 6 Registriertrommel mit Schreibstift, 7 vom Schreibstift gesteuerte veränderliche Blende, die den Vergleichsstrahl jeweils so stark abbildet, wie der

Meßstrahl in der vorhergehenden Phase durch die untersuchte Substanz geschwächt war; die übrigen bleibenden Intensitätsschwankungen wirken durch jeweilige Umpolung der Thermospannung in der Vergleichsphase korrigierend auf den Schreibstift-Ausschlag. 7 Optisches System eines Quarzspektrographen (R. Fuess); Strahlengang vgl. Spektralapparate, Bild 2.

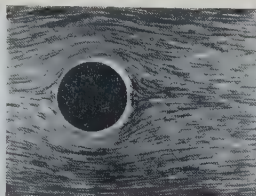
STERNE



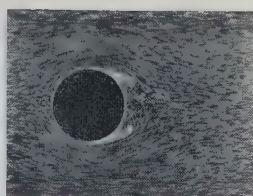
1, 2 Milchstraßensystem (schematisch dargestellt): 1 seil. Ansicht; 2 Ansicht von Norden. Die Rotation wird entgegen dem Uhrzeigersinn angenommen. 3 Spiralform. Sternsystem NGC 4565, von der Seite gesehen, mit dunklen Streifen absorbierender interstellarer Materie. 4 Gruppe von Sternsystemen (Nebelhaufen) im Sternbild Coma Berenices, 5 Kugelförm. Sternhaufen NGC 5272. 6 Der Pferdekopf-Nebel im Orion, in dem dunkle interstellare Materie der hellen vorgelagert erscheint. 7 Nebel im Sternbild „Schild des Sobieski“. (3-5 Mt.-Wilson- und Mt.-Palomar-Observatorium).



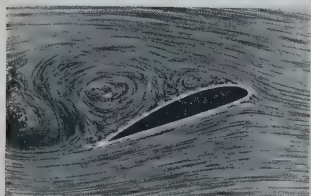
1



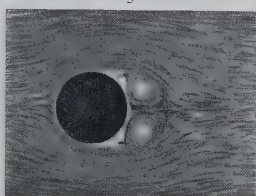
3



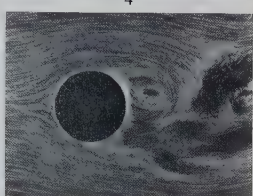
4



2



5



6



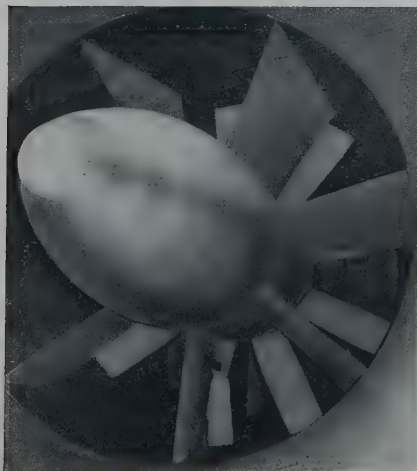
7



8



9

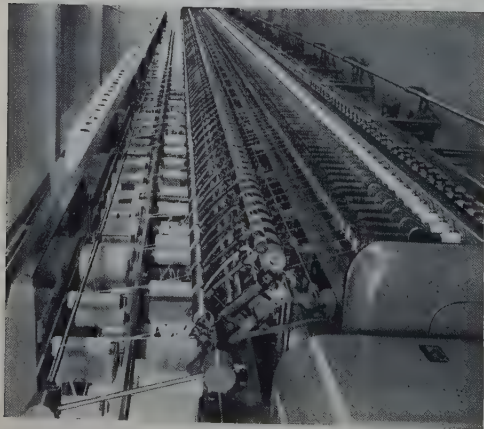


10

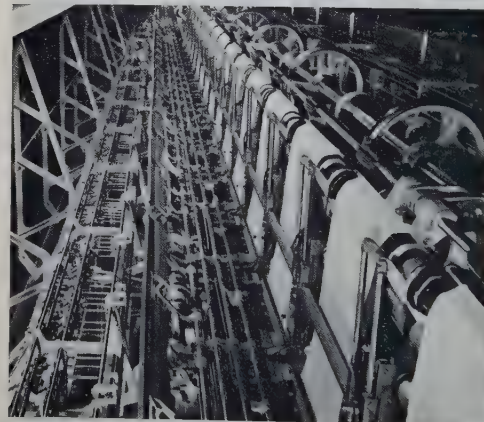


11

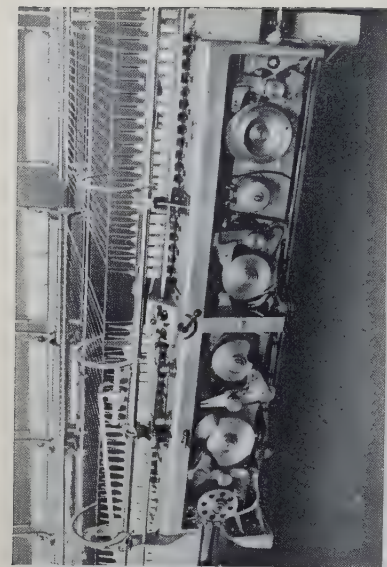
1 Anliegende Flügelströmung. **2** Abgerissene Flügelströmung. **3 6** Entwicklung des Wirbelsystems hinter einem unströmten Zylinder. **7** Überschallströmung um ein schlankes Tragflügelprofil (Schlierenbild). **8** Überschallströmung aus einer Lavaldüse (Schlierenbild). **9** Überschall-Windkanal zur Prüfung von Modellen von Raketen, Strahltriebwerken und gelenkten Geschossen; Strömungsgeschwindigkeit etwa 3200 km/h, 10000 PS-Motor (Coventry, England). **10** Turbine eines Windkanals zur Prüfung von Kraftfahrzeugen; Strömungsgeschwindigkeit 200 km/h (Stuttgart). **11** Elbmodell bei Wedel/Holstein zur Untersuchung von Strömungsproblemen in Wasserbau und Schifffahrt; Teilansicht von Schulau stromabwärts gesehen (Länge des sichtbaren Teils etwa 200 m; Längenmaßstab 1: 500, Tiefenmaßstab 1: 100).



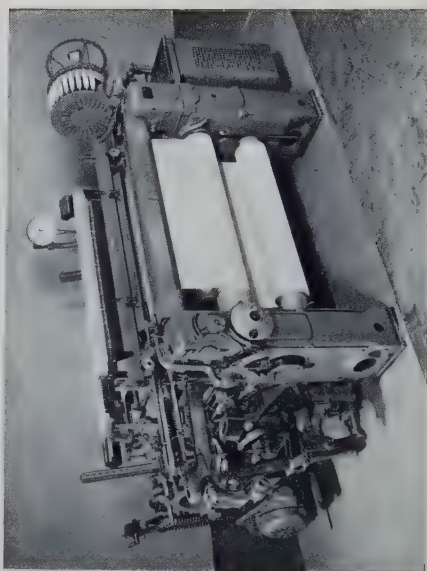
1



3



4



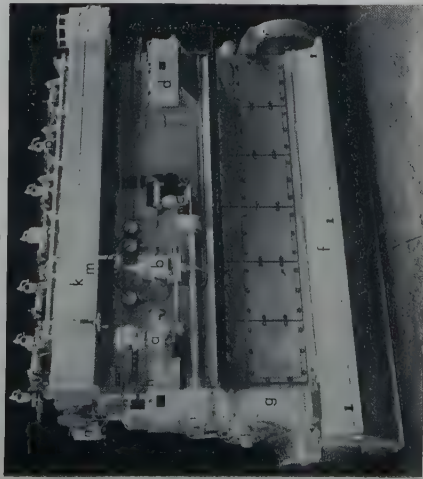
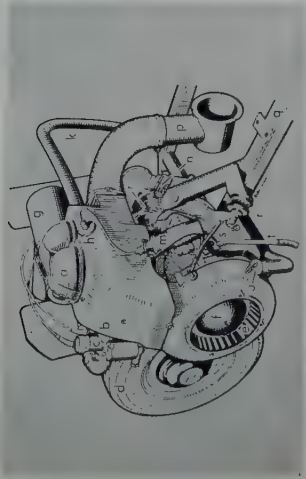
5



2

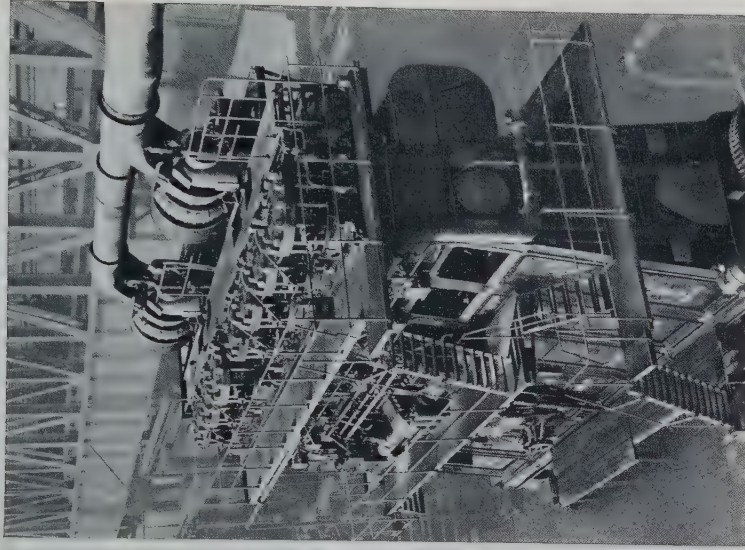
- 1 Kammgarn-Ringspinnmaschine (Schema im Text „Spinnerei“).
- 2 Zentrifugen-Spinnmaschine für Viskose Rayon.
- 3 Cottonmaschine.
- 4 Wagen-spinner (Selfaktor, Schema im Text „Spinnerei“).
- 5 Wagenmittelstück (abgedeckt) mit Steuerscheibensatz.
- 5 Automatischer Webstuhl.

VERBENNUNGSMOTOREN



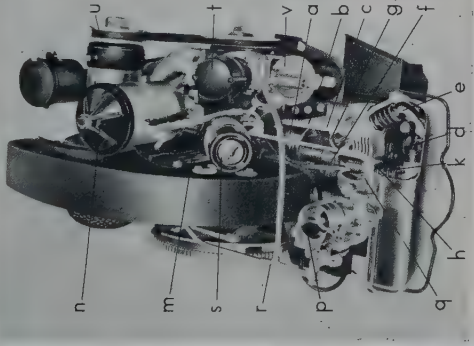
3

ventil, h äußere Ventilfeder, k innere Ventilfeder, m Ölkühler, n Kraftstoffpumpe, o Gasmotor (Deutz), 400 PS bei 375 U/min; a Drehschiebersteller, b Servomotor zur Gemischregelung, c Zündapparat, d Druckkolbenhalter, e Torsionsdämpfer, f Kurbelgehäuse, g Steuerräderkosten, h Fahrhebel, i Ventilsteuereinrichtung, j pneumatisches Anfahrventil, k Ventilsteuereinrichtung, l Aufgabelader, m einfachwirkender Siebenzylinder-Zweitakt-Schiffsdieselmotor (MAN) mit zwei Aufladegruppen, Leistung 7860 PS bei 115 U/min, Länge 13,66 m, Breite 4,00 m, Höhe 9,00 m, Gewicht 417 t.



4

ventil, h äußere Ventilfeder, k innere Ventilfeder, m Ölkühler, n Kraftstoffpumpe, o Gasmotor (Deutz), 400 PS bei 375 U/min; a Drehschiebersteller, b Servomotor zur Gemischregelung, c Zündapparat, d Druckkolbenhalter, e Torsionsdämpfer, f Kurbelgehäuse, g Steuerräderkosten, h Fahrhebel, i Ventilsteuereinrichtung, j pneumatisches Anfahrventil, k Ventilsteuereinrichtung, l Aufgabelader, m einfachwirkender Siebenzylinder-Zweitakt-Schiffsdieselmotor (MAN) mit zwei Aufladegruppen, Leistung 7860 PS bei 115 U/min, Länge 13,66 m, Breite 4,00 m, Höhe 9,00 m, Gewicht 417 t.



2

1, 2 Ottomotoren: 1 250 cm³ Einzylinder-Viertaktmotor eines Kabinemotors (Isotta), 12 PS bei 5800 U/min; a Zylinderkopfdeckel, b Leitbleche für Kühltluft um Zylinder und Zylinderkopf, c Vergaser, d Hinterrad, e Gebläse für Kühltluftförderung, f Lichtanlasser, g Luftfilter, h Anschluß zur Zündkerze, k Auspuffrohr, m Zündspule, n Masseleitung, p Warmluftkanal zum Fahrgastraum, q Fahrgestellrahmen, r Lagerung des Motors, s Kurbelgehäuse, t Kurbelgehäuseentlüftung, u Ölenfüllstutzen. 2 Luftgekühlter 1,5 l Vierzylinder-Ottomotor in Boxerbauart (Porsche), 70 PS bei 5000 U/min; a Kolben, b Zylinder, c Zylinderkopf, d Stoßelstange, e Kipphebel, f Einlaßventil, g Auslaßventil, h Nebenstrom-Ölfiler, p Vergaser, q Vergasergestänge, r Kraftstoffleitung, s Zündspule, t Zündverteiler, u Lichtmaschine, v Kraftstoffpumpe. 3 Gasmotor (Deutz), 400 PS bei 375 U/min; a Drehschiebersteller, b Servomotor zur Gemischregelung, c Zündapparat, d Druckkolbenhalter, e Torsionsdämpfer, f Kurbelgehäuse, g Steuerräderkosten, h Fahrhebel, i Ventilsteuereinrichtung, j pneumatisches Anfahrventil, k Ventilsteuereinrichtung, l Aufgabelader, m einfachwirkender Siebenzylinder-Zweitakt-Schiffsdieselmotor (MAN) mit zwei Aufladegruppen, Leistung 7860 PS bei 115 U/min, Länge 13,66 m, Breite 4,00 m, Höhe 9,00 m, Gewicht 417 t.



1



2



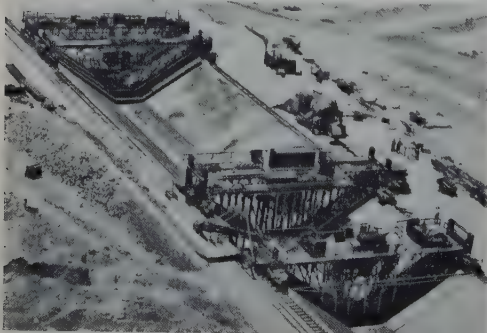
3



4

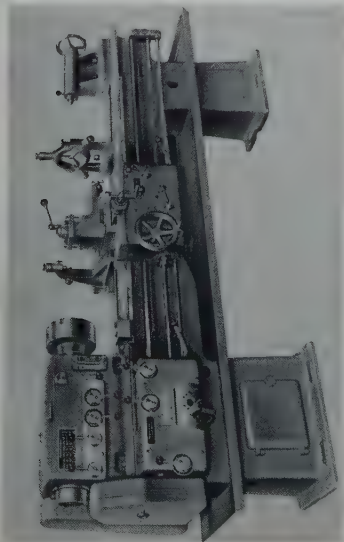


5

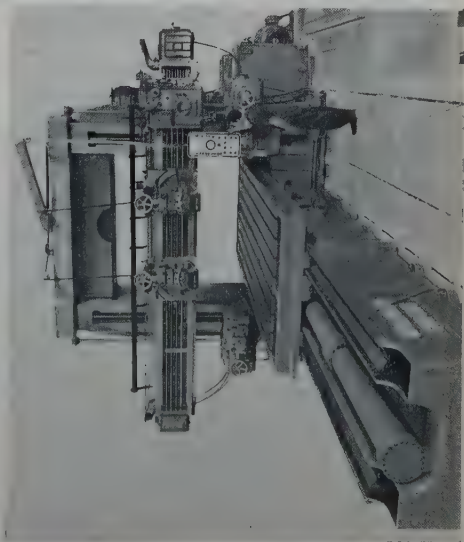


6

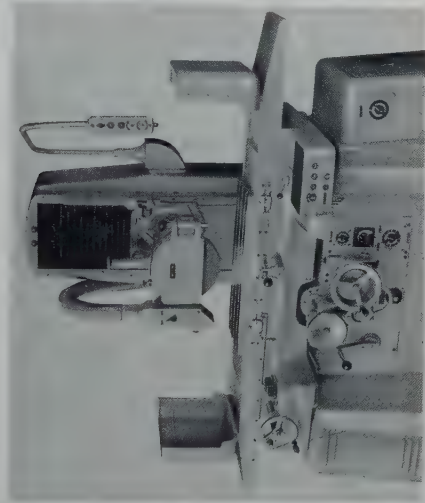
1 Kanalbrücke über die Weser bei Minden: links im Hintergrund die Schachtschleuse, links in der Mitte das Pumpwerk, das das Weser-Wasser in den Kanal bringt. **2** Nord-Ostsee-Kanal: Einfahrt in die Schleuse Brunsbüttelkoog. **3** Leda-Sperrwerk bei Leer. **4** Herstellung einer Senkbrücke am Oberrhein: schwere Steine werden mit Fashinen oder Drahtgeflecht zu 8 m langen Walzen gebunden, die zur Sicherung des unter Wasser liegenden Böschungsfußes versenkt werden. **5** Felsmeißelarbeiten: zur Vertiefung und Verbreiterung der Fahr- rinne wird mit dampfbetriebenen rammen- ähnlichen Meißeln der Fels zerschlagen. **6** Bau eines Kanals mit (von oben nach unten) Planiermaschine, Betoniermaschine, Fugenschneider und Gerät zum endgültigen Fertigstellen des Betonlagers. (Vgl. auch Tafel Kraftwerk I).



1



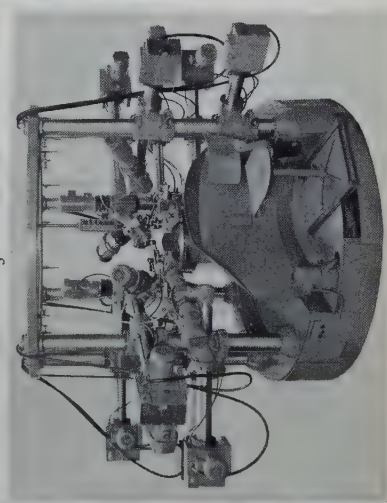
2



3

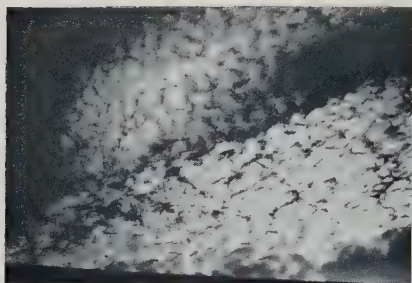


5

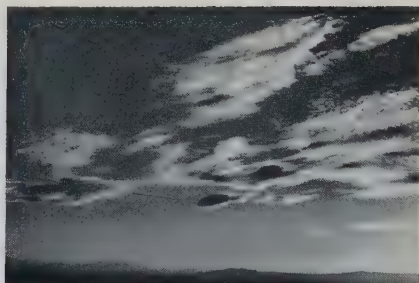


4

1 Universal-Drehbank. 2 Hydraul. Doppel-
ständer-Hobelmesschine. 3 Flachsleifma-
schine. 4 Rundtischautomat aus Bearbeitungs-
einheiten. 5 Universal-Karoserziehpresse.



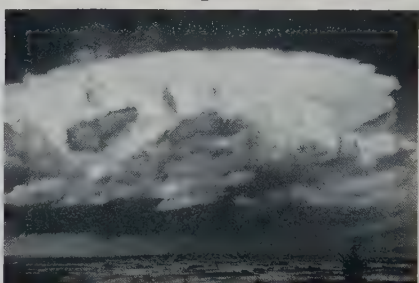
1



2



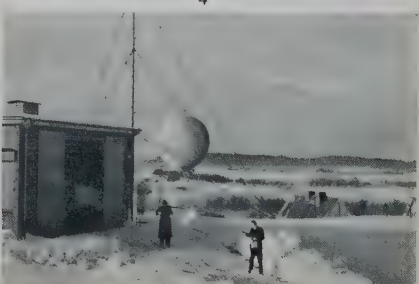
3



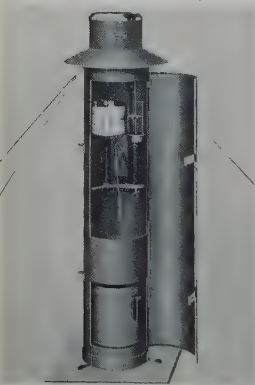
4



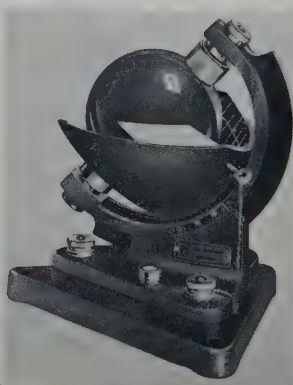
5



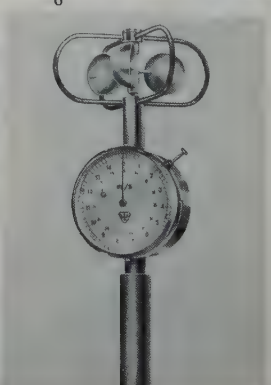
6



7



8



9

1-4 Wolkenaufnahmen. 1 Aufzug aus Schäfchenwolken. 2 Linsenwolken, Föhnstimmung. 3 Aufgetürmte Haufenwolken. 4 Gewitterwolke mit Amboß. 5 Trombe. 6-9 Meteorologische Instrumente. 6 Vorbereitung zum Aufstieg einer Radiosonde; der Mann rechts hält das Meßgerät, unter dem gefüllten Ballon befindet sich der Metallschirm für die Radarwindmessung. 7 Schreibender Regenmesser. 8 Sonnenscheinautograph. 9 Schalen-Anemometer zur Ablese der Windgeschwindigkeit.

und mit K. ausgestattetes Gebäude, in dem leichtverderbliche Waren wie Obst, Fisch, Fleisch, Butter, Eier, aber auch z.B. Pelze (zur Sicherung gegen Motten) gelagert werden.

Kühlschränke sind entsprechend der Bauart der → Kältemaschine Kompressions- oder Absorptionskühlschränke. In der Entwicklung befinden sich Kühlschränke mit → Peltier-Elementen.

Kühler, 1) CHEMIE: Gerät zum Abkühlen und Verdichten von Dämpfen bei der → Destillation.

2) beim KRAFTWAGEN und FLUGZEUG eine Vorrichtung zum Rückkühlen der im Motor erwärmten Kühlflüssigkeit oder des Schmieröls. Es gibt *Röhren-K.* mit wasser- oder öldurchflossenen Röhren und um diese geführte Kühlluft und *Lamellen-K.*

Kühlkette, eine Folge von Kühleinrichtungen beim Vertrieb (Transport und Lagerung) von verderbl. Lebensmitteln. Z. B. beginnt die Kühlung der Fische an Bord des Fischereifahrzeugs, setzt sich in Kühlhäusern im Hafen fort, geht über Kühlwagen der Eisenbahn bis zu Kühlhäusern an Binnenorten und endet in der Kühl-Verkaufstruhe oder im Kühlschrank. In der gesamten K. wird die Temperatur möglichst unverändert tief beibehalten.

Kühlschiff, flache, eiserne Wanne, in der die heiße Bierwürze abgekühlt wird (→ Bier).

Kühlschmierung, eine Schmierung durch dünnflüssige Schmiermittel, die die Wärme abführt und die Reibung vermindert, bes. bei der spanenden Formung.

Kühlschrank, → Kühlanlage.

Kühlturm, Gerüst aus Holz, Stahl oder Stahlbeton zur Abkühlung von Warmwasser, z.B. des aus dem Kondensator einer Dampfkraftmaschine abfließenden Kühlwassers. Das Warmwasser rieselt nach unten, während Luft im Gegenstrom nach oben zieht und hierbei Wärme aufnimmt.

Kühlwagen, durch Isolierstoffe wie Korkplatten wärmegeschützt, meist durch Eis gekühlter Eisenbahn- oder Kraftwagen zur Beförderung leichtverderbl. Lebensmittel. Reflektierender Anstrich schützt vor starker Wärmeaufnahme durch die Sonnenstrahlung.

Kuhn, Richard, Chemiker, * 1900, Prof. in Heidelberg, erhielt für seine Arbeiten über Karotinoide und Vitamine 1938 den Nobelpreis.

Kulierware, flach oder rund gewirkte oder gestrickte Maschenware (Trikotarten, Damenstrümpfe), bei der ein einziges oder mehrere Fadensysteme in der Querrichtung verarbeitet werden. Gegensatz: → Kettenware.

Kulmination, der Durchgang eines Gestirns durch den Meridian. Die Schnittpunkte des Tageskreises eines Gestirns durch den Meridian heißen *oberer* und *unterer K.-Punkt*. Die *obere K.* der Sonne findet um 12 Uhr (wahrer Sonnenzeit), die *untere* 12 Stunden später statt.

Kultivator, → Grubber.

Kumarin, C_9H_6 $\begin{matrix} O- \\ \diagup \\ CH=CH \end{matrix}$, ein Lakton der o-Oxyzimtsäure von waldmeisterart. Duft, kommt in vielen Pflanzen vor, wird für die Duft- und Geschmacksstoffherstellung in großem Maßstabe synthetisch erzeugt.

Kumaronharz, identisch mit Inden-Kumaronharz, ein Polymerisationsharz (→ Kunststoffe).

Kuminöl, das Destillat aus den Früchten des röm. Kümmels, hat intensiven, widerlichen, wanzentart. Geruch, dessen Träger der *Kuminaldehyd*, 1,4-Isopropylbenzaldehyd, ist.

Kümpeln, *krämpfen*, das Umbiegen (Bördeln) von Kesselböden; wird entweder in *kalt* Zustand auf der *Kümpelpresse* oder auf der Bördelmaschine mit Formrollen durchgeführt, oder in *warmem* Zustand auf großen Pressen mit einem Werkzeug, das der vollständigen Umfangsform der Böden entspricht.

Kumulus, Haufenwolke; *Kumulonimbus*, Gewitterwolke, → Wolken.

Kunstdruckpapier, Druckpapier, das nachträglich mit einem einfachen oder doppelten Aufstrich von feinstem Kaolin mit Kasein als Bindemittel ver-

sehen wird, gibt die besten Bilderdrucke, auch bei feinem Raster. Nach dem amerikanischen *Massey*- oder *Champion-Verfahren* wird ein nicht so gutes K. auf der Papiermaschine hergestellt.

Kunstdünger, anorganische Handelsdünger, → Düngemittel.

Kunstfasern, die → Chemiefasern.

Kunsthärze, → Kunststoffe.

Kunstholz, ein Werkstoff aus Holzmehl und Kunstharzen, insbes. härtbaren Kunstharzen.

Kunsthonig, honigähnliches Gemisch aus Trauben- und Fruchtzucker, hergestellt durch Inversion von Rübenzucker mittels Salz-, Schwefel-, Wein-, Zitronen-, Ameisensäure od. a., die zuletzt mit Natriumbikarbonat neutralisiert werden. Bis auf die fehlenden natürlichen Enzyme läßt sich K. durch Zugabe von Aromastoffen dem echten Honig weitgehend angleichen.

Kunsthorn, durch Härtung von Kasein mit Formaldehyd erhaltenes hornartiges Produkt, das sich gut färben, spanabhebend bearbeiten und polieren läßt. Verwendung zur Herstellung von Griffen, Knöpfen, Schnallen und dgl.

Kunstkautschuk, Oberbegriff für synthetisch erzeugte Produkte, die hinsichtlich Elastizität und anderer Eigenschaften dem natürl. Kautschuk weitgehend entsprechen und deshalb an dessen Stelle oder in Mischung damit verarbeitet werden. K. wird vor allem durch Mischpolymerisation von → Butadien mit Styrol (z.B. *Buna S*) oder Acrylnitril (z.B. *Perbunan*) erzeugt. Die Herstellung erfolgt seit 1936 durch Emulsionspolymerisation (→ Kunststoffe), während die ersten Produkte dieser Art durch Blockpolymerisation von Butadien mit Natrium als Katalysator erhalten wurden; daher auch die Handelsbezeichnung „Buna“, abgeleitet von *Butadien-Natrium*. Um die Synthese des K. haben sich in Dtl. bes. F. HOFMANN, in der Sowjetunion LEBEDEV, in Amerika NIEWULAND und CAROTHERS verdient gemacht.

Einzelne K.-Arten sind dem Naturkautschuk in bestimmten Eigenschaften, z.B. in der Beständigkeit gegen Treibstoff, Öl oder Alterung überlegen. Der aus Chlorbutadien hergestellte *Chloroprenkautschuk* („Neoprene“, „Sowpren“) ist wegen seines hohen Chlorgehalts nicht entflammbar. Durch besondere Gasdichtigkeit zeichnet sich → Butylkautschuk aus. In der Summe der guten Eigenschaften ist der Naturkautschuk allerdings dem K. noch überlegen, wenngleich durch besondere neuere Verfahren auch Fortschritte in dieser Richtung erzielt werden konnten (*Tiefemperaturkautschuk*). Butadien-Styrol-Kautschuk läßt sich mit bestimmten Ölen plastifizieren und strecken („Buna OP“). Die Verarbeitung von K. erfolgt ähnlich wie die des Naturkautschuks, wenngleich in einzelnen Fällen besondere Verfahren erforderlich sind; z.B. muß der nicht mastizierbare „Buna S“ einem oxydativ-thermischen Abbau unterworfen werden. K. kann auch in Latex-Form verarbeitet werden.

Außer den genannten Arten von K. weisen verschiedene Kunststoffe ebenfalls mehr oder weniger hohe Kautschuk-Elastizität auf, z.B. die → Thioplaste, ferner Polymerisate des Isobutylen und von Akrylestern, weichgemachtes Polyvinylchlorid, Silikonkummi (→ Silikone) sowie mit Diisocyanaten vernetzte Polyester („Vulkollan“).

Kunstkohle, ein Werkstoff, der durch Pressen feingemahlener Kohlenstoffe (Graphit, Anthrazit, Koks, Holzkohle u.a.) mit Bindemitteln wie Kunstharz, Teer, Pech hergestellt wird. Unter hohem Druck (bis 2000 kp/cm²) stellt man Formteile her, die durch mehrwöchiges Glühen bei Temperaturen über 1000°C verfestigt werden. Zur weiteren Verbesserung ihrer Festigkeitseigenschaften kann die K. mit Kunstharzen, Metallen oder Legierungen getränkt werden. Solche Werkstoffe sind sehr beständig gegen Temperaturwechsel und chem. Korrosion und werden daher für Lager, Schieber, Kolbenringe u.dgl. verwendet, die ohne die übl. Öl- oder Fettschmierung laufen sollen.

Kunstkopale, durch chem. Umsetzung von Kolophonium mit härtbaren Phenolharzen gewon-

nene Lackharze, dienen an Stelle von natürl. Kopal für Öllacke, Druckfarben u. dgl.

Kunstleder, künstlich hergestellte Stoffe, die in Eigenschaften und Aussehen dem natürl. Leder weitgehend gleichen und an dessen Stelle z. B. als Taschenwerkstoff, für Sitzbezüge, Verdeckstoffe und dgl. verwendet werden. Die Herstellung erfolgt heute meist auf Kunststoff-Grundlage, z. B. als *Gewebekunstleder* durch Auftragen einer Pastenschicht aus Zelluloselacken, trocknenden Ölen und Kunstharzen auf Textilgewebe, wobei durch Kalender mit profilierten Walzen lederähnliche Narben eingepreßt werden. Für *Faser-K.* werden Vliese aus natürl. oder künstl. Fasern, auch aus zerfaserten Lederabfällen mit Bindemitteln verfestigt, wofür bes. Dispersionen von Polyakrylestern oder Polyvinylacetat, zum Teil unter Zusatz von natürl. Latex, in Verbindung mit Weichmachern dienen. *Folien-K.* heißen lederartig geprägte, weichgemachte Folien aus Polyamiden oder Polyvinylchlorid.

W. M. MÜNZINGER: K.-Handbuch (*1950).

künstliche Antenne, ein gekühlter, induktivitäts- und kapazitätsarmer Ohmscher Widerstand, der bei Meß- und Abgleicharbeiten, während deren der Sender keine Trägerwelle ausstrahlen darf, zur Belastung des Senders benutzt wird.

künstliche Leitung, *künstliches Kabel*, eine Vierpol-Anordnung aus Kondensatoren, Induktivitäten und Ohmschen Widerständen, mit denen man die Vorgänge auf einer wickl. Leitung – von der räuml. Fortpflanzung abgesehen – nachbilden kann. K. L. werden zum Ausgleich bei Gegensprechschaltungen, für Meßzwecke u. dgl. verwendet.

künstliche Sprache, eine elektroakustische Nachbildung der natürlichen Sprache, die durch Zusammensetzung elektrischer Schwingungen und deren Umwandlung in mechan. Schwingungen der

zum Lautsprecher gelangen und dort in akustische (hörbare) Schwingungen umgesetzt werden. Durch Bedienung von nur zehn Tasten kann man mit einer solchen Einrichtung „künstlich sprechen“.

Größere techn. Bedeutung hat die k. S. in einer Anordnung gewonnen, in der man zur Steuerung des synthet. Sprechers Kennwerte benutzt, die die gesprochene Sprache selbst liefert. Die natürl. Sprache wird im Analysator durch Mikrophon, Filter, Gleichrichter und Tiefpässe (untere Grenzfrequenz etwa 25 Hz) derart in Elemente zerlegt, daß diese Elemente als Kennwerte (Signalimpulse) das zerlegte Sprachgebilde über die Regler wieder aufbauen können. Auf diese Weise läßt sich ein gesprochenes Wort ebenso wie durch Fernsprecher oder Funk auf Leitungs- oder drahtlosen Trägerfrequenzkanälen übertragen. Für die Übertragung der natürl. Sprache braucht man die Frequenzen von 300–2400 Hz, für die Übertragung der Kennwerte nur etwa 400 Hz, so daß mit k. S. über eine Leitung, die bisher nur ein Gespräch vermittelte, jetzt mehrere Gespräche gehen können. Die Übertragung hört sich wie Telephonie an.

W. MEYER-EPLER: Elektr. Klingerzeugung, Elektron. Musik und synthet. Sprache (1949).

künstliches Tageslicht, ein weißes, in seiner spektralen Zusammensetzung dem durchschnittl. Tageslicht sehr nahe kommendes Kunstlicht, wird bes. in Färbereien und ähnl. Betrieben verwendet. Lichtquellen für k. T. sind heute meist tageslichtweiße Leuchtstofflampen oder Xenonlampen.

Kunstsaure, Backhilfsmittel aus Kartoffelwalmehl und Milchsäure oder aus auf ersterem aufgetrockneten Sauerteig-Extrakten.

Kunstseide, →Reyon.

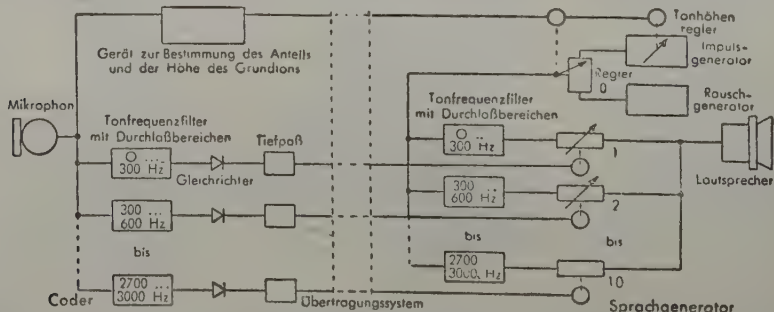
Kunstspeisefett, *Margarineschmalz*, dem Schweineschmalz ähnl. Nahrungsmittel, die durch Zusammenschmelzen von festen Fetten wie Kokos- und Palmkernfett, Rindertalg oder gehärteten Fetten, z. B. Erdnuß- oder Walhartfett, mit Ölen (bes. Pflanzenölen) gewonnen werden.

Kunststeine sind hauptsächlich: *Betonwerksteine* (Beton mit Natursteinzusätzen) mit meist steinmetzmäßiger Bearbeitung, und solche, die aus mineralischen, seltener organischen Massen mit einem Bindemittel hergestellt sind; *Gipsbetonsteine* werden aus Estrichgips, Kies und Schotter als dickflüssiger Brei in Formen gegossen und an der Luft getrocknet; grau, hart und wetterfest; *Kalksandsteine*, aus einer innigen Mischung (1:8) von Weißkalk und Quarzsand unter 7–12 atü Dampfdruck gepreßt, in etwa 8 Std. durch Kalziumsilikatbildung gehärtete sandsteinähnli. Mauersteine (grau bis weiß) werden im Hochbau verwendet; *Schlackensteine* sind aus Verbrennungsrückständen (Schlacken) mit hydraulischen Bindemitteln, durch Stampfen oder Pressen in Formen hergestellt; Verwendung im Hochbau; *Asbestzement*, aus Asbestfasern und Zement (als Bindemittel) ähnlich wie Papier auf Siebmäschinen hergestellt, als Platten von 3½ und mehr



künstliche Sprache 1: Playback-Gerät (schematisch). Das Band enthält die aufgedruckten Tonspuren des englischen Satzes „Mary had a little lamb“ (Mary hatte ein kleines Lamm).

Lautsprechermembran erhalten wird. Die natürl. *Vokale* sind Klänge, die natürl. *Konsonanten* Geräusche, die ein kontinuierl. Tonspektrum mit einzelnen, bes. hervorgehobenen Bereichen besitzen. Ein *Impulsgenerator* liefert die harmon. Frequenzen für die Vokale, ein *Geräuschgenerator* die unharm. nischen für die Konsonanten. Beide Geräte erzeugen elektrische → Kippschwingungen, die sowohl nacheinander über eine Reihe parallelgeschalteter Tonfrequenzfilter als auch gleichzeitig vermischt



künstliche Sprache 2: schematische Schaltanordnung einer Anlage zur Durchführung von „Analysis-Synthesis-Telephonie“.

mm Dicke, hauptsächlich grau und rot, glatt, wasserdicht, dient zu Dachdeckungen, Decken- und Wandverkleidungen; *Beton- oder Zementsteine* aus Stampfbeton, Sand, Zement und Kieszusatz, innig vermengt, angefeuchtet, in Formen gestampft, sind witterungsbeständig und werden zu Betonhohlblock- und Dachsteinen, Betondielen, Schwellen, Rohren, Platten u. a. m. verarbeitet; *Lehmsteine*, aus aufgeschlämmtem, manchmal mit Faserstoffen versetztem Lehm, in Holzformen gestrichen und luftgetrocknet, halten warm, sind aber durch Nässe leicht zerstörbar; für Mauerwerk, besonders Fachwerkaufschung; *Zementeschwemmsteine*, aus Bims Kies (oder auch Kunstbims aus geschäumter Hochschlacke) und Zement, ersetzen die früheren „Rheinischen Schwemmsteine“ mit Kalk, meist hydraulischer Art, als Bindemittel, von Hand oder maschinell geformt, porig, leicht, feuersicher, schlechte Wärmeleiter, mit geringer Druckfestigkeit; werden für Zwischenwände, Deckenfüllungen und Isolierungen verwendet; *Terrazzo, Zementmosaik* besteht aus farbigen Marmorsteinprismen und Zementmörtel. Die Steine werden in den Mörtel eingewälzt, mit Zementbrei übergossen, geschliffen und poliert; das Material ist dicht und wasserfest, eignet sich für Fußböden, Treppen und Fensterbretter.

Kunststoffe, nach bisher noch nicht fest eingeführten Vorschlägen auch *Plaste* oder *Polyplaste* (englisch *plastics*) genannt, auf chem. Wege abgewandelte organ. Naturstoffe oder völlig neu (synthetisch) aufgebaute organisch-chemische Stoffe, die die nutzbaren Eigenschaften von Naturstoffen in verbesserter Form enthalten oder ganz neue, technisch verwertbare Eigenschaften aufweisen (hierzu TAFELN). Hauptkennzeichen der K. ist ihre Eigenschaft, daß sie sich im Herstellungsprozeß in bestimmten, die einzelnen Stoffe kennzeichnenden Temperaturbereichen plastisch verhalten; dabei unterscheidet man K., die ihre Formbarkeit auch bei wiederholtem Erwärmen nicht verlieren (*Thermoplaste*), und solche, die während oder nach der Formung in der Wärme, oder nach Zusatz bestimmter Chemikalien vielfach auch schon bei Raumtemperatur, zu nicht mehr erweichbaren Massen erstarren (härtende oder härtbare Stoffe, *Duroplaste*).

ZUSAMMENSETZUNG. Die meisten K. sind chemische Verbindungen von sehr hohem Molekulargewicht (→ Makromoleküle). Ihr Aufbau erfolgt entweder durch chemische Abwandlung (Veredlung) makromolekularer Naturprodukte oder synthetisch aus niedermolekularen Verbindungen auf dem Wege der Polykondensation, Polymerisation oder Polyaddition. Soweit die so gebildeten Stoffe typisch harzartige Beschaffenheit aufweisen, spricht man von *Kunstharzen*. Großenteils werden diese indessen gemeinsam mit Trägerstoffen, Füllstoffen, Weichmachern sowie anderen Zusätzen zu den eigentlichen K. verarbeitet. Die verschiedenen → Kunstkauschuke sowie die → Chemiefasern stehen ihrem chem. Aufbau nach den K. sehr nahe, werden aber wegen ihrer verarbeitungs- und anwendungstechn. Eigenart im allgemeinen als eigene Gebiete angesehen.

HERSTELLUNGSWEISEN. 1) Eine große Zahl der *abgewandelten Naturstoffe* leitet sich von der Zellulose ab. Diese läßt sich in geeigneten Chemikalien lösen und als Hydratzellulose in Form von transparenten Folien (→ Zellglas) oder von Fasern (→ Rayon, → Zellwolle) wieder ausfällen. Die Vulkanfaser ist Hydratzellulose, die durch Pergamentierung von Papier erhalten wird. Durch Veresterung von Zellulose mit Salpetersäure erhält man Zellulosenitrat, das in Verbindung mit Kampfer Zellulolack liefert und weiterhin die Grundlage der Nitrolacke darstellt. In ähnlicher Weise wird Zelluloseazetat ebenfalls sowohl als plastisch formbare Masse als auch in Form von Filmen oder Fasern verwendet. Äther der Zellulose spielen als Lackrohstoffe, wasserlösliche Kleister und Verdickungsmittel eine wichtige Rolle. Aus Kasein werden Kunsthorn (z. B. „Gallalith“) sowie künstl. Fasern hergestellt. Vom Naturkauschuk

ausgehend, gelangte man durch Vulkanisation zum Hartgummi, dem ersten K. überhaupt. Weitere technisch bedeutsame Derivate des Kautschuks sind Chlorkautschuk, Hydrochlorkautschuk, Zyklorkautschuk.

2) Bei der Synthese von K. durch *Polykondensation* werden die niedermolekularen Grundstoffe fortlaufend unter Abspaltung von einfachen Verbindungen, meist Wasser, bis zu einem makromolekularen Endprodukt umgesetzt, wozu die Ausgangsstoffe mindestens zwei, zur Erzielung unschmelzbarer Stoffe teilweise sogar drei oder mehr reaktionsfähige (funktionelle) Stellen im Molekül aufweisen müssen. In gewissen Fällen kann die Reaktion in einem Zwischenstadium unterbrochen werden, in dem die Reaktionsprodukte noch löslich und durch Erwärmen erweichbar sind und dann durch die „Härtung“ in die gewünschte Endform übergeführt werden können.

Zu diesen *härtenden Kunstharzen* gehören bes. die *Phenoplaste* und bestimmte *Aminoplaste*. Erstere werden aus Phenolen und Formaldehyd aufgebaut. Durch alkalisch geleitete Reaktion erhält man lösliche, selbsthärtende Harze (*Resole*), die sich zu unlöslichen und unschmelzbaren Harzen (*Resiten*) härten lassen. Ein anderer Weg ist die Kondensation der Ausgangsstoffe mit Hilfe von Säuren zu nicht selbsthärtenden löslichen Produkten (*Novolaken*), die aber nach Zusatz eines „Härtungsmittels“, meist Hexamethylenetetramin, beim Erhitzen ebenfalls unlösliche Harze liefern (indirekte Härtung). Zu den *Aminoplasten* gehören vor allem die gleichfalls härtenden Formaldehyd-Kondensate des Harnstoffs, Dizyandiamids und Melamins, sowie die des Anilins, die jedoch zu den Thermoplasten rechnen. — Bei den härtenden Produkten tritt die Polykondensation nach drei Dimensionen ein und führt schließlich zu stark vernetzten und deswegen unlöslichen und unschmelzbaren Endprodukten. Technisch macht man von dieser wichtigen Eigenschaft vielseitigen Gebrauch. So härtet man z. B. Phenolharz-resole als Gießharze in Formen langsam und ohne Druckerzeugung zu *Edelkunstharzen*, die noch spanabhebend bearbeitet werden können. Die Hauptverwendung finden die härtbaren Pheno- und Aminoplaste in Verbindung mit Holz- oder Gesteinmehl, Asbest, Textilien, Glasgewebe und dgl. als *Preßmassen*, deren Härtung in Formen meist unter hohem Druck in verhältnismäßig kurzer Zeit erfolgt und deshalb eine serienmäßige und damit wirtschaftlich vorteilhafte Herstellung von Gegenständen und Bauteilen aller Art erlaubt. Derartige gepreßte Teile, die *Preßstoffe*, weisen eine mechanisch wie chemisch hervorragende Festigkeit auf, wobei die Einhaltung gewisser Gütenormen bei solchen K. amtlich überwacht wird (Typisierung). Mit härtbaren Phenolharzen getränkte Papiere, Gewebebahnen oder Holzurniere ergeben bei der Druckhärtung *Hartpapiere*, *Hartgewebe* und *Hartholz*, die in der Elektrotechnik und im Maschinenbau (Lagerschalen, Zahnräder) Anwendung finden. Im Niederdruckverfahren werden heute auch sehr große Teile, z. B. ganze Boote, in einem Stück gehärtet. Pheno- und Aminoplaste werden, zum Teil in modifizierter Form, auch als Lackkunstharze, Kunstharzleime, Basenaustauscher, zur Textilveredelung und für viele weitere Zwecke verwendet.

Der Aufbau von *nichthärtenden* Polykondensaten erfolgt vorzugsweise auf dem Wege einer durch Erhitzen herbeigeführten *Polyester- oder Polyamid-Bildung*. Ausgangsstoffe mit nur zwei funktionellen Gruppen (wie Dikarbonsäuren, Diamine, Oxy- oder Aminokarbonsäuren sowie deren Anhydride, Ester oder Laktame) ergeben hierbei schmelzbare, manchmal sehr langkettige Moleküle, die sich aus der Schmelze zu Fäden verspinnen lassen und durch einen Streckprozeß eine besonders hohe Festigkeit erlangen (z. B. „Nylone“ oder „Perlone“). Außerdem werden derartige Polykondensate zu Gebrauchsgegenständen verpreßt (gespritzt) oder zu Borsten, Folien u. dgl. verarbeitet. Die Veresterung von Dikarbonsäuren, vor allem Phthalsäure, mit Polyalko-

holen wie Glycerin oder Pentaerythrit führt zu dreidimensional aufgebauten Harzen (Glyptalen), die bei gleichzeitiger Einkondensation natürlicher fester Öle in Form der *Alkydharze* wichtige Lackrohstoffe darstellen. Weitere typische Lackharze werden durch gemeinsame Veresterung von Naturharzen oder deren Kondensationsprodukten mit Phenolharzen (Albertolsäuren) oder von Umsetzungsprodukten aus Naturharzen und Maleinsäure mit Polyalkoholen erhalten. Auf dem Wege der Polykondensation entstehen auch die als *Kunst kautschuk* verwendeten *Thioplaste*, welche chemisch Polyalkyltetrasulfide darstellen. Die $\rightarrow$ Silikone, die außer organ. Bestandteilen auch Silizium enthalten, sind flüssige, feste oder kautschukelastische, zum Teil auch härtende Polykondensate mit ungewöhnlichen Eigenschaften.

3) Bei der *Polymerisation* lagern sich niedermolekulare, ungesättigte Verbindungen, die „Monomeren“, in vielfach recht großer Zahl einfach aneinander, ohne daß dabei Nebenprodukte abgespalten werden. Die polymeren Endprodukte haben deshalb die gleiche prozentuale Zusammensetzung wie die Monomeren, sie sind jedoch gesättigt. Je nach Art und Anzahl der im Polymerisat vereinigten Grundmoleküle können die Endprodukte die verschiedensten physikal. und chemischen Eigenschaften aufweisen. Die meisten der oft farblosen und glasklaren Polymerisationsprodukte sind wegen ihres linearen Aufbaus thermoplastisch und können in weitgehend automatisch arbeitenden Maschinen unter Druck und Wärme geformt werden (Pressen, Spritzguß, Spritzpressen, Strangpressen). Durch stellenweise Vernetzung der Molekülketten bei Einpolymerisation von zwei Doppelbindungen enthaltenen Monomeren oder zuweilen auch durch Vulkanisation werden kautschukelastische Produkte erhalten. Einzelne an sich hornartige Polymerisate erlangen durch Plastizierung mit geeigneten „Weichmachern“ eine beträchtliche Elastizität; sie lassen sich zu Folien, lederartigen Werkstoffen u. dgl. verarbeiten und können gegebenenfalls sogar verschweißt werden. Vielfach erfolgt die Verarbeitung der Polymerisate aus Lösungen in organ. Lösungsmitteln oder aus wässrigen Dispersionen. Einige kann man ähnlich wie die linearen Polykondensate zu hochwertigen Fasern verspinnen. Die Polymerisation selbst wird durch Zusatz bestimmter Katalysatoren, oft auch durch Wärme, Licht oder Luftsauerstoff ausgelöst und technisch in verschiedenster Weise durchgeführt, z. B. in Substanz als *Block-* oder als *Perlpolymerisation*, ferner in Lösung oder in Emulsion. Es gelingt auch, verschiedenartige Monomere abwechselnd aneinanderzureihen (*Mischpolymerisation*); hierdurch ergeben sich weitere wertvolle Variationsmöglichkeiten, zumal sich zu einem solchen Prozeß auch eine Reihe von ungesättigten Stoffen heranziehen lassen, die für sich allein nicht polymerisieren. – Die polymerisierbaren Grundstoffe leiten sich von Olefinen ab, wobei deren Wasserstoffatome teilweise oder völlig durch Halogen oder andere Atomgruppen ersetzt sind (*Polyolefine*). Das Äthylen läßt sich unter ungewöhnlich hohem Druck in *Polyäthylen* überführen, das wegen seiner vorzüglichen Werkstoffeigenschaften steigend an Bedeutung gewinnt. Zu diesem „Hochdruckpolyäthylen“ treten Polyäthylen-Kunststoffe, die mit bes. Katalysatoren bei niedrigem Druck oder sogar drucklos hergestellt werden. Von den Halogenderivaten des Äthylens ist das Vinylchlorid am wichtigsten, welches aus Äthylen und Chlorwasserstoff erhalten wird und dessen Polymerisat (z. B. „Igelit“) sich mit und ohne Weichmacherzusatz wegen der günstigen Formungsmöglichkeiten und der hohen Widerstandsfähigkeit gegen Chemikalien einen weiten Verwendungsbereich gesichert haben. Unter den übrigen Halogenderivaten des Äthylens sind das *Tetrafluoräthylen* sowie das *Trifluormonochloräthylen* besonders hervorzuheben, deren Polymerisate (z. B. „Teflon“, „Hostaflo“) die höchste bisher bei organ. Stoffen bekannte chemische und thermische Widerstandsfähigkeit aufweisen. Weitere aus Äthylen erhaltene Vinylverbindungen wie *Vinylester*, *Vinyläther*, *Vinyl-*

azetate oder *Vinylkarbazol* werden ebenfalls im technischen Maßstab polymerisiert. Steigende Bedeutung gewinnt ferner das *Polypropylen*. Von besonderer Bedeutung ist das *Polystyrol* (aus Vinylbenzol), vor allem wegen seiner ausgezeichneten elektrischen Eigenschaften. *Polyisobutyl* („Oppanol B“), ein sehr elastisches Produkt, findet vornehmlich als Werkstoff in der Kabelindustrie oder zum Auskleiden von Behältern der chemischen Industrie Verwendung. *Butadien*, ein polymerisierbarer Kohlenwasserstoff mit zwei Doppelbindungen, ergibt als Mischpolymerisat mit Styrol oder Akrylnitril künstl. Kautschuk. $\rightarrow$ *Kunst kautschuk*. Die Polymerisation von Akrylnitril allein liefert ein schwierig zu verarbeitendes Material, das man jedoch zu ausgezeichneten Fasern zu verspinnen gelernt hat („Orlon“, „Pan-Fasern“). Polymerisate anderer Akryl- wie auch besonders Methakrylverbindungen besitzen einen weiten Anwendungsbereich, wie z. B. „Plexiglas“. Schließlich rechnen zu den Polymerisationsharzen noch die bei der Raffination von Schwerbenzolfraktionen anfallenden *Inden-Kumaronharze*, die besonders wärmebeständigen *chlorierten Polyäther*, das *Polyoxymethylen* sowie die in der Elektrotechnik und für Haushaltgeräte viel verwendeten *Polykarbonate*.

4) Ein weiteres Aufbauprinzip für makromolekulare Stoffe beruht auf der *Polyaddition*, bei der sich bestimmte sehr reaktionsfähige Grundmoleküle ebenfalls ohne Austritt von Nebenprodukten, jedoch nach einer anderen Reaktionsweise wie bei der Polymerisation, miteinander vereinigen. Ihrem chemischen Charakter nach gleichen die Endprodukte den Polykondensaten. Durch Polyaddition werden mit Hilfe von Diisocyanaten die *Polyurethane* aufgebaut, eine Gruppe von K., die in ihren Eigenschaften den Polyamiden ähnlich sind, aber noch weitergehende technische Möglichkeiten bieten, vor allem für Lacke, Klebstoffe, Schaumstoffe und kautschukartige Erzeugnisse („Vulkollan“).

5) Endlich kann man auch die verschiedenen Aufbauprinzipien bei der Bildung von K. vereinigen. Beispielsweise sind die *ungesättigten Polyester* sowie die *Epoxidharze* Polykondensate, die durch Polymerisation eine weitere Molekülvergrößerung und Vernetzung erfahren.

Die *glasfaserverstärkten K.* weisen eine hervorragende Festigkeit auf, die sich aus dem Verbund hochwertiger Glasfasern oder Glasfaserewebe mit harten Kunststoffen ergibt. Als solche dienen in erster Linie ungesättigte Polyester- und Epoxiharze, daneben aber auch Phenol-, Melamin- und Silikonharze. Im allgemeinen erfordert die Verformung der glasfaserverstärkten K. viel Handarbeit, z. B. beim *Handauflegeverfahren*. Man ist aber dabei, rationellere Arbeitsverfahren einzuführen, wie dies beim *Faserspritzen* mit einer Zweikomponenten-Spritzpistole oder beim *Wickelverfahren* der Fall ist, bei dem mit katalysiertem Harz getränkte Glasfaserstränge oder -gewebestücke auf einen Formkern maschinell aufgewickelt und anschließend gehärtet werden. Ein weiterer Weg ist die Verarbeitung von glasfasergefüllten Preßmassen. Besonders wichtige Einsatzgebiete für glasfaserverstärkte K. liegen in der Herstellung großer Formstücke, z. B. von Transport- und Lagerbehältern, Booten, transparenten Wellplatten für Überdachungen und Balkonverkleidungen sowie beim Fahrzeugbau.

Die Herstellung an K. betrug 1960 in den USA 3 070 000 t, der Bundesrep. Dtl. (1961) 1 072 000 t, Großbritannien 562 000 t, Japan 633 000 t, der Sowjetunion 600 000 t. Wichtigste kunststoffverarbeitende Industrien: Elektroindustrie, Fahrzeug- und Schiffbau, Herstellung von Wand- und Bodenbelägen, Dekorationsfolien, Maschinen- und Apparatebau.

HOUWINK – STAVERMANN: Chemie u. Technologie der K., 3 Bde. (1962/63); H. SAECHTLING u. W. ZEBROWSKI: K.-Taschenbuch (1961); J. SCHIEBER: Chemie u. Technologie der künstl. Harze, Bd. 1 (1961); H. WAGNER u. H. F. SARR: Lack-

kunstharze (*1959). Zeitschrift: „Gummi, Asbest, Kunststoffe“.

Küpe, zum Färben dienende alkalische Reduktionslösung eines K.-Farbstoffs (Färbeküpe).

Kupfer, Cu, chem. Element, Metall; Ordnungszahl 29, Massenzahlen 63, 65, Atomgewicht 63,54; Dichte 8,96 g/cm³, Schmelzpunkt 1084°C, Siedepunkt 2595°C, Festigkeit 21–24 kp/mm². An frischen Schnittflächen ist K. von glänzender, hellroter Farbe; bei längerem Lagern überzieht es sich mit einer stumpfen, dunkleren Oxydschicht. Es ist verhältnismäßig weich, aber außerordentlich zäh, nächst Silber der beste Leiter für Wärme und elektr. Strom. In feuchter Luft überzieht es sich allmählich mit einer grünen Schicht von basischem K.-Karbonat (Patina, Edelrost). Durch Einwirkung von Essigsäure entsteht der giftige Grünspan (basisches K.-Azetat). K. kommt gediegen in Form von regulären Kristallen, Platten, Klumpen, vor allem aber in Form von Erzen vor. Das wichtigste Erz ist der Kupferkies, andere sind K.-Glanz, Buntkupfererz, Rotkupfererz, K.-Lasur und Malachit.

GEWINNUNG: Trockenes Verfahren: Zunächst wird durch Rösten, trockenes Erhitzen in Schacht-, Flamm- und Gefäßöfen der größte Teil des Schwefels entfernt. Aus dem gewonnenen Rohstein, einer Legierung von K.(I)-sulfid und Eisensulfid mit 30 bis 50 % K., entsteht nach Abrosten eines Teiles des Schwefels durch Steinschmelzen, d.h. Umschmelzen mit Koks, ein Konzentrationsstein mit 70–80 % K.-Gehalt. Beim wesentlich schneller arbeitenden Konverterverfahren füllt man den flüssigen Rohstein in → Konverter und bläst Luft hindurch. Hierbei oxidiert zunächst das Schwefeleisen zu Eisenoxid, das durch zugesetzte Kieselsäure verschlackt. Anschließend findet eine teilweise Oxydation des K.(I)-Sulfids statt, das sich mit dem noch nicht oxidierten K.(I)-Sulfid zu metallischem K. umsetzt. Das Ergebnis ist das Schwarz-K. mit 90–98 % K. – *Nasses Verfahren*, vor allem für sehr arme Erze: Die zerkleinerten Erze werden in eine wäßrige Lösung übergeführt, aus der dann das K. durch Eisenpulver (bei Sulfat- und Chloridlösungen) oder durch Erhitzen (bei Ammoniaklauge) ausgefällt wird. Das Ergebnis ist *Zement-K.* – *Raffination:* Das auf trockenem oder nassem Weg gewonnene Roh-K. enthält noch sehr viele Verunreinigungen, vor allem Antimon, Nickel, Arsen, Schwefel, die entfernt werden müssen. Bei der Feuerraffination wird das geschmolzene K. in einem Flammofen so lange mit Luft behandelt, bis die Fremdbestandteile größtenteils durch Oxydation in eine Schlacke übergegangen sind oder sich verflüchtigt haben. Das Ergebnis ist das *Hütten-* oder auch *Raffinat-K.* mit einem Reinheitsgrad von 99,4 bis 99,6 %. Bei der Elektrolyse wird das Roh-K. in Platten gegossen und als Anode in ein mit Schwefelsäure angesäuertes K.-Vitriolbad gehängt; als Kathoden dienen dünne K.-Bleche. Beim Einschalten des elektr. Stroms scheidet sich an der Kathode das *Elektrolyt-K.* in einer Reinheit von 99,95 % ab. – Für die Gewinnung von K. wird auch Alt-K. verwendet.

VERWENDUNG. K. wird verwendet in Form von Draht und Röhren in der elektr. Industrie, in Form von Blechen für Kühlgeräte, Siedepfannen, Braukessel, Kochgeschirre, im Maschinenbau für Feuerbüchsen, Gußteile, Dichtungsringe, Stehbolzen, für galvan. Elemente, in der Galvanoplastik, im graph. Gewerbe (K.-Stich) und in Legierungen: K. und Zinn ergeben → Bronze; K. und Zinn → Messing, Tombak, Rotguss; K., Zinn und Nickel → Neusilber, Alpakasilber. Ferner wird K. in geringen Mengen anderen Legierungen, z.B. Duralumin und einigen Stählen, zugesetzt.

VERBINDUNGEN. K.-Oxid, CuO, schwarzes Pulver, das beim Glühen von K.-Salzen entsteht, dient als grüne Porzellanfarbe und zur Herstellung grüner Gläser. Bs ist ein kräftiges Oxydationsmittel, das oberhalb 800°C unter Sauerstoffabspaltung in K.(I)-oxid (K.-Oxydul), Cu₂O, übergeht. Die K.-Salze enthalten das K. einwertig (Kupro- oder K.-Oxydulsalze) oder zweiwertig (Kupri- oder K.-Oxidsalze). K.-Hydroxid, Cu(OH)₂, ist ein blau-

grüner Niederschlag, der beim Zusammengießen von K.-Vitriollösung und Natronlauge entsteht. Er dient unter dem Namen Bremer Blau als Malerfarbe. Bei Verwendung von Salmiak statt Natronlauge und Zugabe von Kalkmilch gewinnt man die Farbe Kalkblau oder Neuwieder Blau. K.-Sulfat, K.-Vitriol, CuSO₄·5H₂O, entsteht durch Lösen von K.-Oxid in verdünnter oder von K. in heißer, konzentrierter Schwefelsäure, bildet tiefblaue, trikline Kristalle, die bei 200°C in farbloses, wasserfreies Sulfat übergehen. Es wird verwendet zur galvan. Verkupferung, in galvan. Elementen, zur Herstellung von K.-Farben, in der Medizin als zusammenziehendes Mittel, ferner zur Bekämpfung von Schmarotzern, z.B. Brandpilzen, Peronospora der Weinreben. K.-Chlorid, CuCl₂·2H₂O, grüne, leicht lösliche Kristalle, wird bei der galvan. Verkupferung von Aluminium, als Katalysator, für Feuerwerkskörper, zur Farberstellung verwendet. Bei starkem Erhitzen im Chlorwasserstoffstrom entsteht aus ihm unter Chlorabspaltung K.(I)-chlorid (K.-Chlorür), CuCl, das wegen seines großen Absorptionsvermögens für Kohlenoxid in der Gasanalyse verwendet wird. – K.-Sulfide kommen als Mineralien vor: Kupfer(I)-sulfid (Kuprosulfid), Cu₂S, als K.-Glanz, Kupfer(II)-sulfid (Kuprisulfid), CuS, als K.-Indig, K.-Oxidammoniak, Kupfer(II)-tetramminhydroxid, Schweitzer Reagens, dient zur Herstellung von K.-Seide (→ Cupro). K.-Azetat, → Essigsäure.

Die bedeutendsten Kupfererzlagstätten finden sich in den USA, Chile, Kanada, Sowjetunion, Afrika. Die Bergwerksproduktion an K. betrug 1961 in der Welt 428000 t, davon USA 1051000 t.

Kupferdruck, der Druck von Kupferstichen, Radierungen und Photogravüren auf der *Kupferdruckpresse*. Zwischen zwei gußeisernen Walzen wird der Druckstich hindurchgezogen, auf dem die eingefärbte Kupferplatte mit dem angefeuchteten Papierbogen liegt.

Kupferemail-Verfahren, Verfahren der Chemigraphie zur Herstellung von → Autotypen, bei dem nach dem Belichten der Chromatfischleimschicht auf der Metallplatte die belichteten Partien durch Erhitzen säurefest aufgebrannt werden.

Kupferglanz, Chalkosin, dunkelgraues rhombisches Mineral Cu₂S, meist derb, selten in pseudohexagonalen Tafeln, Verwitterungsprodukt von Kupferkies, wichtiges Kupfererz.

Kupferindig, → Covellin.

Kupferkies, messinggelbes, in Farbe und Glanz dem Eisenerz sehr ähnliches Mineral, CuFeS₂, derb, aber auch in kleinen tetraederähnlichen Kristallen, sehr verbreitetes wichtiges Kupfererz meist hydrothormaler Entstehung.

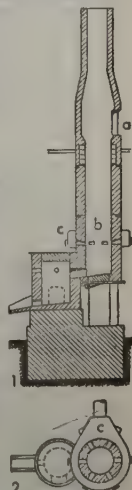
Kupferlasur, → Azurit.

Kupferschiefer, bituminöser Schiefer des unteren Zechsteins in Mitteldeutschland mit z.T. abbauwürdiger Kupfererzführung (Mansfeld, Sontra).

Kupferstich, in Kupferplatten mit dem Stichel eingravierte Zeichnungen im Unterschied zur geätzten → Radierung.

Kupfervitriol, Chalkanthit, blaues, triklines Mineral, CuSO₄·5H₂O, kommt als Verwitterungsprodukt von Kupfersulfiden vor.

Kupolofen, Kuppelofen, schachtförmiger Umschmelzofen zum Erhitzen des Gußeisens in Gießereien, ein zylind., mit feuerfesten Steinen ausgemauert und von Stahlblech umkleideter Schacht von 2,5 bis 9,3 m Höhe und 50 bis 150 cm lichter Weite. Die Beschickung (Roheisen, Koks, Zu-



1 Kupolofen mit Vorherd: 1 Längsschnitt (schematisch); a Chargieröffnung, b Windformen, c Windleitung. 2 Schnitt durch die Windformen.

Kuppelstange – Kurbel

(schläge) wird an der Gicht aufgegeben, das flüssige Eisen unten abgestochen.

Kuppelstange, Verbindungsstange zweier gleichlaufender Kurbeln oder Räder.

Kupplung, lösbare Einrichtung zur Verbindung von Maschinenteilen, Wellen, Fahrzeugen oder Versorgungsleitungen. Gebräuchl. **Eisenbahn-K.** sind die **Schrauben-K.** für 65 t Zugkraft, die wesentlich aus Haken und Öse und einer Schraubenspindel zum Spannen besteht, die auch bei Straßenbahnen angewandte **Mittel-K.**, die in der Mitte der Stirnfront der Wagen liegt. Beim Gegeneinanderfahren stößt ein Bügel des einen Wagens in einen Führungstrichter des anderen. Hierdurch wird eine Segmentscheibe verdreht und die K. geschlossen. **Schlauch-K.** und **Rohr-K.** sind schnell lösbare Verbindungen von Schlauch- und Rohrschnitten.

Wellen-K. sind Maschinenelemente zur Übertragung von Drehmomenten zwischen fluchtenden Wellen, z. B. zwischen Elektromotor und Pumpe. **Nichtschaltbare Wellen-K.** werden eingeteilt in starre K. (Scheiben-K. und Schalen-K.), die genaues Fluchten der Wellen voraussetzen, und Ausgleich-

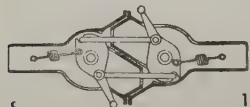
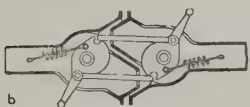
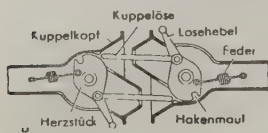
zwischen beiden K.-Hälften ein federndes Element aus Gummi, Leder oder Stahl angeordnet. Meist weisen die drehelast. K. gleichzeitig eine gewisse Gelenkigkeit auf, um bei nicht genau fluchtenden Wellen als vollkommene Ausgleichs-K. zu wirken. **Schaltbare Wellen-K.** werden entweder formschlüssig als **Klauen-K.** oder kraftschlüssig als **Reibungs-K.** ausgebildet. Sie können mechanisch, hydraulisch, pneumatisch, elektromagnetisch geschaltet werden. **Elektromagnet. K.** besitzen z. B. im Innern Magnetspulen, die über Schleifringe mit Strom versorgt werden und deren magnet. Kräfte die Reibscheiben aufeinanderpressen. **Fliehkraft-K.** werden von der Drehzahl der antreibenden Welle geschaltet und dienen zur Erleichterung des Anlaufs von Maschinen. **Reibungs-K.** sind z. B. die **Kraftwagen-K.**, die meist als **Einscheiben-K.** ausgebildet sind. Auf der genuteten Abtriebswelle des Getriebes sitzt eine längsverschiebbare Scheibe mit beidseitig ringförmigen Reibbelägen, die durch Druckfedern über eine Druckplatte gegen die Motorschwungscheibe gepreßt wird, so daß durch Reibung das Drehmoment des Motors übertragen wird. Durch Verwendung mehrerer Scheiben (**Mehrscheiben- oder Lamellen-K.**) wird die Reibfläche vergrößert und bei gleichem Anpreßdruck das übertragbare Drehmoment erhöht. **Lamellen-K.** werden entweder mit besonderen Reibbelägen als trockene oder mit in Öl laufenden Stahllamellen als nasse K. ausgeführt. Bei **automat. Kraftwagen-K.** wird der Ausrückhebel der K. durch einen Servomotor betätigt, dessen Steuerung beim Bewegen des Getriebeschalthebels über einen Kontaktgeber eingeleitet wird (z. B. „Saxomat“, „Hydrak“). Die K. kann auch elektrisch, mit Öldruck oder durch ölgetränktes Eisenpulver geschaltet werden, das zwischen den zu kuppelnden Teilen liegt und mit diesen bei Stromdurchfluß eine starre Masse bildet (z. B. „Thixo-Magnetpulver-K.“).

Die Synchronisier-K. im Kraftwagengetriebe erlaubt einen leichten und geräuscharmen Gangwechsel durch zwangsweise erfolgende Drehzahlgleichung. Sie wird als Kegel- oder Lamellen-K. ausgeführt. **Flüssigkeits-K.**, **Föttinger-K.**, übertragen das Drehmoment durch dynamische Wirkungen einer umlaufenden Flüssigkeit. Sie erfordern keine mechan. Betätigung; bei mehrstufigen Getrieben wird die Schaltung durch Füllen und Leeren des Flüssigkeitskreislaufes der zugeordneten K. bewirkt. Der große Schlupf beim Anfahren nimmt bis auf einen kleinen Wert bei der Höchstdrehzahl ab, wobei der Wirkungsgrad auf etwa 98% ansteigt.

Kupri-, Kuprosalze, → Kupfer.

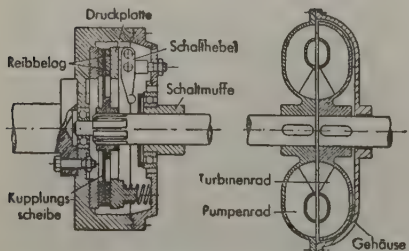
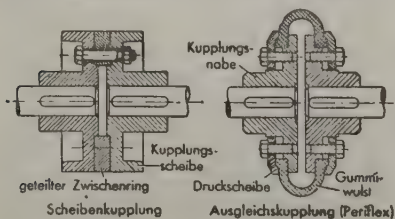
Kuprodukt, hochfeste Kupferlegierung aus mehr als 97% Kupfer mit Zusätzen von Nickel, Silizium und Eisen, vielfach Ersatz für Reinkupfer.

Kurbel, einarmiger Hebel zum Drehen einer Welle. **K.-Getriebe** sind in der Grundform viergliedrige → Getriebe mit einem gegen seine beiden Nachbarglieder voll umlauffähigen Glied. Wird dieses (kürzeste) Glied zum Gestell gemacht, so erhält man Getriebe, in denen die beiden Nachbarglieder des Gestells als Kurbeln vollständige Drehungen ausführen können. Die Gattung K.-Getriebe

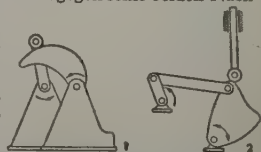


Eisenbahnkupplung: 1 Mittelkupplung (Scharfenberg-Kupplung von oben); a Grundstellung, b während des Kupplens, c gekuppelt. 2 Zugeinrichtung.

K., die als gelenkige K. (Kugelenkel, Kardan-gelenk) kleine Wellenverlagerungen aufnehmen oder als drehelastische K. Drehmomentstöße und Schwingungen ausgleichen können. Bei den letzteren ist



Einscheiben-Reibungskupplung Föttinger Flüssigkeitskupplung
Kupplung



Kurbelgetriebe: 1 viergliedrige Kurbel-Kurvengetriebe mit umlaufender Abtriebskurve; 2 sechs-gliedrige Kurbel-Kurvengetriebe.

be enthält drei Arten, entspr. den auseinander ableitbaren zwangsläufigen Ketten: 1) Getriebe aus der *Viergelenkkette*; alle vier Glieder von endlicher Länge; Kurbelschwinge, Doppelkurbel, Doppelschwinge. 2) Getriebe aus der *Schubkurbelkette*; zwei Glieder von endlicher Länge; Umlaufende und Schwingende Schubkurbel, Umlaufende und Schwingende Kurbelschleife. 3) Getriebe aus der *Kreuzschleifenkette*. – Die Anwendungsmöglichkeiten sind sehr zahlreich, von der Kolbenkraftmaschine und Kolbenpumpe bis zum Ovalwerk und Ellipsenzirkel. Die *räuml. K.-Getriebe* besitzen keine ausschließlich parallelen Achsen. In sphärischen K.-Getrieben laufen diese in einem gemeinsamen Punkt zusammen. Anwendung im Kreuzgelenk (Kardangeln). Zahlreich sind *Flüssigkeitsgetriebe* auf der Grundlage der K.-Getriebe.

Kurbelinduktor, kleiner Wechselstromgenerator, dessen Doppel-T-Anker durch Handkurbel in einem permanenten Magnetfeld gedreht wird.

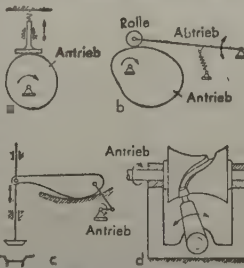
Kurbelwelle, ein- oder mehrfach gekröpfte Welle aus Stahl, seltener Gußeisen, aus einem Stück gefertigt oder aus mehreren Stücken zusammengesetzt. Gegengewichte an den Kurbelarmen dienen zur Verringerung der Massen- und Lagerkräfte.

Kurskreisel, ein Zusatzgerät zum Flugzeug-Magnetkompaß, besteht aus einem vollkardanisch aufgehängten, luftangetriebenen $\rightarrow$ Kreisel, dessen Kardanrahmen eine nach einem Magnetkompaß einzustellende Kursrose trägt. Die Anzeige dieser Rose ist im Unterschied zu der des Kompasses frei von Schwingungen durch Beschleunigungskräfte und unabhängig von magnet. Störfeldern.

Kurve, im allgem. Sprachgebrauch eine stetig gekrümmte Linie, in der MATHEMATIK jede, auch die gerade Linie. *Ebene K.* verlaufen in einer Ebene (z. B. der Kreis), $\rightarrow$ Raumkurven im (dreidimensionalen) Raum (z. B. die Schraubenlinie). Mit den Hilfsmitteln der analyt. Geometrie lassen sich bestimmte K. durch Gleichungen in ebenen oder räuml. Koordinaten darstellen. Jedes K.-Stück läßt sich auffassen als das Bild einer Strecke (*a, b*) bei einer stetigen Abbildung. Diese Auffassung führt auf die *Parameterdarstellung* einer K.: Die Koordinaten x, y der Punkte einer ebenen K. sind stetige Funktionen der reellen Variablen t (*Parameter*), wobei t von a bis b läuft. Beispiel: Die Sinuslinie $x = t, y = \sin t$. Statt durch Parameterdarstellung kann man mitunter auch eine ebene K. definieren durch eine Gleichung $F(x, y) = 0$ zwischen den Koordinaten ihrer Punkte, z. B. den Kreis durch $x^2 + y^2 - r^2 = 0$. Eine derartige K. ist *algebraisch* oder *transzendent*, wenn ihre Gleichung algebraisch oder transzendent ist.

Ein Kurvenpunkt ist ein *Doppelpunkt*, wenn er beim Durchlaufen des Parameterintervalls (*a, b*) zweimal auftritt. – Die *Ordnung* einer ebenen K. ist die Anzahl ihrer reellen und imaginären Schnittpunkte mit einer in ihrer Ebene liegenden allgemeinen Geraden; analog die Ordnung einer Raum-K. die Anzahl ihrer Schnittpunkte mit einer allgemeinen Ebene. $\rightarrow$ Krümmung.

Kurvenabta-ster, ein Gerät zum Abtasten einer ausgeschnittenen oder gezeichneten Kurve, deren Verlauf in ein anderes Gerät, z. B. ein Rechenggerät oder eine Werkzeugmaschine ($\rightarrow$ nachformen) übertragen werden soll. Beim lichtelektr. K. steuert z. B. eine Photozelle ihre eigene Bewegung so

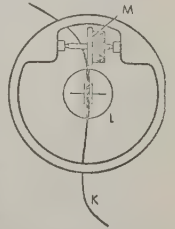


Kurvengetriebe: *a* ebene K.; *a* Kurvenscheibe mit Plattenstößel, *b* Kurvenscheibe mit Rollenschwinge, *c* Wälzhebelgetriebe, *d* räumliches K.

zur Kante des Kurvenstrichs, daß ihr durch opt. Abbildung hergestelltes Gesichtsfeld in eine helle und dunkle Hälfte geteilt wird. Bes. schnell arbeitet der elektron. K., bei dem eine Photozelle den Leuchtpunkt einer Kathodenstrahlröhre in Sekundenbruchteilen am Rand einer Maske entlang steuert, die nach der abzutastenden Kurve gestaltet und vor den Schirm dieser Röhre geklebt ist.

Kurvengetriebe, Getriebe, in denen von einem meist gleichförmig rotierenden Kurventräger (Scheibe oder Zylinder) ein Eingriffsglied (Schieber oder Hebel) in bestimm. vorgeschriebene Bewegung versetzt werden kann. Sie werden besonders da angewendet, wo zwischen den Bewegungszeiten vollkommene Stillstände des Eingriffsgliedes verlangt werden (z. B. Nockenwelle).

Kurvenmesser, *Kurvimeter*, Gerät zur Längenmessung von Kurven, z. B. in Landkarten (*Kartometer*); in einfacher Ausführung ein Meßrädchen, das längs der Kurve gerollt wird, seine Abwicklung auf einen Zeiger überträgt und sie an mehreren, den üblichen Landkartenmaßstäben entsprechenden Skalen anzeigt. Bei einem genaueren K. ist das Meßrad M geriffelt und längs der Radebene aus dem Nachfahrpunkt versetzt, um den mit einer Strichmarke L nachgeführten Punkt der Kurve K nicht zu verdecken.



Kurvenmesser von Ott; K zu messende Kurve, M Meßrolle mit Skala, L Lupe mit Nachfahrstrichmarke.

Kurzschluß, eine Störung, verursacht durch widerstandsarme Überbrückung der Pole einer elektr. Spannungsquelle oder sonstiger spannungsführender Teile verschiedener Polarität einer elektr. Anlage oder eines Stromverbrauchers, wobei in dem so gebildeten Stromkreis eine hohe K.-Stromstärke auftritt, die den kurzschlußbefahten Anlage- oder Geräte teil gefährdet. Als Schutz gegen K. werden am Anfang jedes Stromkreises selbsttätige Überstromschalter (Automaten) oder $\rightarrow$ Sicherungen eingebaut.

Kurzschlußbremsung, ein Bremsverfahren für Elektromotoren, bes. Gleichstrommotoren, z. B. bei Fahrzeugen (Straßenbahn). Man trennt dabei den Motor vom Netz und schaltet ihn wie einen Reihenschlußgenerator mit Widerstandsbelastung (Bremswiderstand), die regelbar ist und im Grenzfall Null wird, d. h. der Motor wird kurzgeschlossen. Die Maschine erregt sich durch die Remanenz und entwickelt ein kräftiges Bremsmoment.

Kurzschlußmotor, ein Asynchronmotor mit kurzgeschlossener Läuferwicklung, $\rightarrow$ Elektromotor.

Kurzstarter, ein Flugzeug für kurze Start- und Landestrecken (z. B. Do 27, Bréguet 940). Es hat auftriebs erhöhende Mittel am Tragwerk, insbes. Spaltvorfälle und Klappen, die in auszufahrem Zustand eine starke Profilwölbung ergeben. Bei kleiner Belastung kann der K. lotrecht starten ($\rightarrow$ Lotrechtstarter).

Kurzwellen, elektromagnetische Wellen mit einer Wellenlänge von 100–10 m, entsprechend einer Frequenz von 3 bis 30 MHz.

In der FUNKTECHNIK lassen sich mit K. bei verhältnismäßig geringen Sendeenergien sehr große Entfernungen überbrücken. K. verlaufen geradlinig, bis sie absorbiert werden oder beim Eindringen in die höhere Atmosphäre auf Luftschichten mit unterschiedlichem Brechungsindex ($\rightarrow$ Ionosphäre) treffen.

Man strahlt K. mit besonderen Richtantennen als „Raumwellen“ schräg in den Raum ab, wo sie an der Heavisideschicht „gespiegelt“ (kontinuierlich gebrochen) werden. Bei einem bestimmten flachen Winkel reicht die Brechung zur Spiegelung nicht mehr aus (unterer Grenzwinkel). Die K. laufen in der Schicht entlang und können in beliebigen Entfernungen zur Erde zurückkehren. Bei Winkeln über einem bestimmten steilen Winkel (oberer Grenzwinkel) durchstoßen sie die Ionosphäre und gelan-

Kurzwellenlupe – Lachgas

gen aus dem Bereich der Erde hinaus. K. werden weniger durch atmosphär. Störungen beeinflusst als längere Wellen. Nachteile sind die großen Unterschiede in der Empfangslautstärke bei Tag und bei Nacht. Daher wird in der Regel bei Tage eine kürzere Wellenlänge verwendet als bei Nacht. Ein anderer Nachteil ist die Erscheinung der „toten Zone“, die zwischen den zur Erde zurückgekehrten Wellen und der direkten Reichweite als Bodenwelle liegt. – Die K.-Technik wurde durch Amateure eingeführt. Heute spielt sich fast $\frac{3}{4}$ des Überseeverkehrs auf K. ab. Den K.-Rundfunksendern sind die folgenden Bänder zugeteilt: 13 m-, 16 m-, 19 m-, 25 m-, 31 m-, 41 m- und 49 m-Band.

K. werden heute in steigendem Maße zur *Wärmeerzeugung* angewandt. In einem zwischen zwei Platten erzeugten K.-Feld erwärmt sich das nichtleitende Zwischenmedium infolge seiner dielektrischen Verluste (dielektrische Erhitzung). Auf diese Weise werden Textilien, Holz u. a. getrocknet, Holz geleimt, sogar Stähle gehärtet und Glasschmelzen zwischen wassergekühlten Elektroden bereitet. Die Härtung kann durch besondere Maßnahmen auch auf die Oberfläche beschränkt werden (z. B. Zahnräder); ferner kann mit K. rasch gelötet werden (*Hochfrequenzhärtung und -lötlung*). In großen Speichern sind gute Erfolge bei der Durchstrahlung von Mehl und Getreide mit K. zur Ungeziefervertilgung erzielt worden. Zur K.-Therapie dienen im einfachsten Fall zwei plattenförmige Elektroden, die – in einem gewissen Abstand oder durch eine Isolations-schicht getrennt – vor und hinter dem betr. Körperteil aufgestellt werden. Anwendung bei rheumatis. Leiden, Neuralgien, entzündl. Brkrankungen u. a. W. W. DIEFENBACH: Die K. (*1962); H. F. STEINHAUSER: Senderbauch für K.-Amateure (*1958); K. SCHULTHEISS: Der K.-Amateur (*1960).

Kurzwellenlupe in Rundfunkempfängern eine Schaltung zur Feinabstimmung im Kurzwellenbereich, bes. zur Banddehnung (→ Band).

Kurzzeitmesser, Gerät zur Zeitmessung bei sehr schnellen Vorgängen. *Mechanische K.* beruhen oft auf dem Zählen der Takte eines Zeitnormals in der Meßzeit, z. B. der bes. zahlreichen Unruhtakte einer Stoppuhr, oder der Perioden bei Synchronantrieb oder der Messung des Weges eines Fallgewichtes. *Rein elektr. K.* arbeiten u. a. mit Aufladen eines Kondensators durch konstanten Strom während der Vorgangsdauer und erreichter Spannung als Zeitmaß, mit dem Zuführen von Zeitimpulsen an die Ablenkplatten eines Elektronenstrahloszillographen, mit dem Ausschlag eines Kriechgalvanometers und zum direkten Anzeigen kürzester Zeiten mit einer elektronischen Nachbildung der Stoppuhr. Ein *elektron. K.* mißt z. B. bei 400 kHz Taktfrequenz in einem Durchgang Zeiten bis zu

99,9999975 s, die beiden letzten Ziffern in Viertelteilung.

kV, Abkürzung für Kilovolt, = 1000 Volt.

kW, Abkürzung für Kilowatt, *kWh*, Kilowattstunde.

Kybernetik, Zusammenfassung mehrerer Wissenschaftsgebiete aus Technik, Biologie und Soziologie, bei denen das Zusammenwirken von Teilen eines Organismus betrachtet wird. Die für technische → Regelung ausgearbeiteten Theorien, Verfahren und Begriffe werden auf Steuerungs- und Regelungsvorgänge in biologischen Organismen und in Gesellschaften von Mensch oder Tier übertragen. Z. B. tritt ein Regelungsvorgang beim Ergreifen eines Bleistifts auf: Die Bewegung der Hand ist nicht von vornherein in allen Einzelheiten festgelegt, sondern wird auf Grund laufender, weitgehend unbewußt bleibender Rückmeldungen durch Auge und Muskelgefühl immer wieder korrigiert. Aus ähnlichem Verhalten bei Reglermodellen und bei Lebewesen kann man auf Ähnlichkeiten in Aufbau und Arbeitsweise schließen.

Als zweite Grundlage behandelt die K. die *Kommunikation*, d. i. die Nachrichtenübermittlung innerhalb und zwischen Geräten oder Lebewesen. Die mathemat. Grundlagen liefert die statistische → Nachrichtentheorie. Schon einfache Regelungen in Tiergesellschaften, etwa das Halten gleichmäßiger Temperatur in Bienenstöcken, erfordern Kommunikation zwischen den Einzelwesen. Kommunikation wird als grundlegende soziale Bindung angesehen; ihre Stärke und Vielfalt hängen von der Lernfähigkeit des Einzelwesens ab; ihre höchste Ausprägung ist die menschliche Sprache.

Bei geeigneter Festlegung des Begriffes kann man Lernfähigkeit auch den → Rechenautomaten zuschreiben, die zu den *Kommunikationsmaschinen* oder *Informationswandlern* gehören. Sie entlasten den Menschen in steigendem Maß von mechanischen Denkarbeiten und Organisationstätigkeit. Dadurch gewinnen sie eine starke Bedeutung für das soziale Zusammenleben. → Automation.

Nach Vorläufern insbes. aus Regelungstechnik und Nachrichtentheorie schuf N. WIENER 1948 eine grundlegende Darstellung und den Namen der K. Die Bedeutung der K. liegt in der Zusammenschau und der gegenseitigen Befruchtung technischer, biologischer und soziologischer Forschungsweisen.

N. WIENER: K. (1963); ders.: Mensch und Menschmaschine (1952); H. S. TSIEH: Technische K. (1957).

Kynurenin, ein Abbauprodukt des *Tryptophans*, ist wahrscheinlich ein Zwischenprodukt bei der körpereigenen Umwandlung von Tryptophan in das B-Vitamin Nikotinsäureamid.

L

1, 1) Abk. für → Liter. 2) *l* und *L* vor chem. Verbindungen → Isomerie.

La, chem. Zeichen für → Lanthan.

Labdanum, eine weiche Harzmasse aus *Cistus labdaniferus*, vor allem in Spanien gewonnen, wird wie das ätherische *Labdanum-* oder *Cistusöl* in der Parfümerie gebraucht.

Labferment, *Chymase*, *Chymosin*, *Rennin*, ein Enzym, das das Kasein der Frischmilch gerinnen läßt. *L.* findet sich in der Schleimhaut des Labmagens von Saugkälbern und wird daraus durch Ausziehen mit Kochsalzlösung gewonnen. Es spaltet das Kasein der Milch in das unlösliche Parakasein (Quark) und in eine lösliche Albumose. Labhähn. Wirkung haben auch andere eiweißabbauende Enzyme wie das Pepsin, Trypsin, Papain.

labil, unbeständig (→ Gleichgewicht). In der METEOROLOGIE heißt *l.* der Zustand der vertikalen

Schichtung, bei der das adiabatische Temperaturgefälle (→ adiabatisch) nach oben überschritten wird; in diesem Falle kommt es zu vertikalen Umlagerungen (Böigkeit) und zur Bildung von Quellwolken (*Feuchtlabilität*). Auch die horizontale Windverteilung kann *l.* sein (*dynamische Labilität*). Kolloidale Labilität tritt in Wolkenluft auf, wenn Eisteilchen und Wassertropfen nebeneinander vorkommen.

Laboratorium, kurz *Labor*, Arbeitsraum für wissenschaftl. Versuche, Messungen, Auswertarbeiten u. dgl., z. B. Photolabor, physikal. *L.*, chem. *L.*

Labradorit, → Feldspat. *Labrador* ist ein basisches Eruptivgestein mit bunt schillerndem *L.*; es wird poliert zur Wandbekleidung benutzt.

Labyrinth, *L.-Dichtung*, → Dichtung.

Lachgas, Distickstoffmonoxid, N_2O , → Stickstoff.

Lack, in Binde- oder in Lösungsmitteln oder in beiden gelöste *Lackstoffe*, die als streichfertige Anstrichmittel der Oberfläche des zu lackierenden Gegenstands Farbe, Glanz oder mattes Aussehen, Widerstandsfähigkeit u. a. Eigenschaften verleihen sollen. Der flüssige L. wandelt sich in eine feste *Lackschicht (Film)* um a) durch Verdunsten des Lösungsmittels ohne Veränderung des Lackkörpers (Gesamtheit der Lackstoffe), b) durch Verdunsten des Lösungsmittels und gleichzeitige oder nachfolgende Oxydation des Bindemittels (Öl), c) durch Einwirkung von anderen chem. Stoffen (Säuren) auf den Lackkörper, d) durch Erhärten des schmelzflüssig aufgetragenen L.

Harzlacke, *flüchtige L.*, sind Lösungen von natürl. oder künstl. Harzen. *Spirituslack* enthält nur Spiritus als Lösungsmittel; Verwendung in der Strohhut-, Leder-, Papier- und Spielwarenindustrie.

Zelluloselacke enthalten als Lackkörper Zelluloseester und Zelluloseäther u. a. Am wichtigsten sind die *Nitrozellulose-L.* mit Harz und Weichmachungsmitteln. Sie werden vielfach kombiniert mit Öllacken und liefern dann auch wetterfeste rostschützende, überhaupt sehr widerstandsfähige Überzüge. *Nitrozellulose-L.* mit sehr niedrigem Gehalt an Lackkörper sind unter dem Namen *Zaponlack* bekannt.

Asphalt- und Stearinpechlacke werden aus bituminösen Rohstoffen wie Asphalt, Teer- und Stearinpechen mit Kohlenwasserstoffen als Lösungsmittel hergestellt; Verwendung in der Elektrotechnik für Isolierungszwecke, zum Imprägnieren u. dgl.

Öllacke werden durch Verkothen von Hartharz, Harzestern, vorbehandelten Kopalen und Kunstharzen mit fetten Ölen (Leinöl, Holzöl) bei 200 bis 300°C hergestellt. Magere L. haben geringen, fette L. hohen Ölgehalt. Helle Öl-L. sind als *Ahorn-L.*, *Luft- oder Schilder-L.* in Gebrauch. *Harzöl-L.* werden vor allem als Farbmisch-L. für Lack- und Anstrichfarben verwendet, aber auch als helle Möbel-, Isolier- und Fußboden-L.

Polyurethanlacke bestehen aus zwei L.-Komponenten, die unmittelbar vor dem Auftrag gemischt werden und dann durch chem. Reaktion einen festen Film bilden. Mit ihnen werden Fußböden vielfach 'versiegelt', d. h. die L. dringen sehr tief in das Holz ein, wodurch eine feste Verbindung mit dem Untergrund eintritt.

Chlorkautschuklacke geben Anstriche, die sehr widerstandsfähig gegen Laugen, Säuren und Salze und völlig unbrennbar sind. *Schwarzlacke* werden aus Asphalt und Stearinpech durch Verkothen mit Leinöl, Holzöl, Standöl bei 250–300°C hergestellt. Hauptverwendungsgebiete: Fahrräder, Autos, Nähmaschinen, Schreibmaschinen, Knöpfe u. a.

LACKIEREN, das *Streichen* wird mehr und mehr verdrängt durch das *Spritzen* mit der Spritzpistole und in der Industrielackierung durch *Tauchen*, *Gießen*, *Fluten*. Neue Verfahren sind das *Heißspritzen* und das *elektrostat. Spritzlackieren*. Von wesentlicher Bedeutung sind die *Trockenverfahren*, z. B. die Trockenanlagen für Serienherstellung von industriellen Erzeugnissen, bes. Fahrzeugen usw. Geheizt wird meist elektrisch oder mit Gas, wobei die Verbrennungsgase mit in den Trockenprozeß eingeschaltet werden. Sehr gut bewährt hat sich die *Infra-rot-trocknung*.

W. KRAUS: Hb. der Nitrocelluloselacke, 2 (*1962); E. STOCK: Taschenb. d. Farben- u. L.-Industrie (*1954).

Lackdraht, Draht mit dünnem Überzug aus elektrisch isolierendem Lack, bes. für Wicklungen (Spulen).

Lackiermaschine, DRUCKTECHNIK: Maschine zum Überziehen von Druckbogen mit Spiritus- oder Nitrolack, wodurch Drucke erhöhte Leuchtkraft und Schutz gegen Feuchtigkeit und Scheuern erhalten.

Lackmus, ein Farbstoff, der aus Flechtenarten (z. B. *Rocella fuciformis*) gewonnen wird und in seinem Kaliumsalz blau ist; er dient in Wasser gelöst als Erkennungsmittel für Säuren und Basen: Blaues L.-Papier wird in Säureflüssigkeit rot, rotes in alkal. Flüssigkeit blau. In der ELEKTROTECHNIK wird es zur

Feststellung positiver (blau) oder negativer (rot) Pole verwendet.

Ladebaum, auf Schiffen ein am *Lademast* (Ladeposten) angebrachtes starkes Rundholz oder Stahlrohr, das in Verbindung mit dem *Ladegeschirr* (Take-lage und Winden) einen Kran ersetzt.

Ladefläche, die nutzbare Bodenfläche eines Lastfahrzeugs. Sie beträgt zwischen 15 m² bei offenen (O-) Eisenbahn-Güterwagen und 50 m² bei Schienen- (SS-) Wagen. Bei Lastkraftwagen beträgt sie zwischen etwa 5 m² und 18 m².

Ladegewicht, das Höchstgewicht, mit dem Fahrzeuge beladen werden dürfen: bei den meistgebräuchlichen Güterwagen 15 t, bei Schwerfahrzeugen bis zu 140 t.

Lademaschinen, BERGBAU: vollmechan. Geräte zum Wegfüllen des Aufwerks beim Streckenvortrieb. Beim *Schrapplader* wird das Schrappegefäß über eine Gleitbahn in Wagenhöhe gezogen, es lädt unmittelbar in den Förderwagen. Beim *Stoßschaufellader* wird eine fast die ganze Streckenbreite einnehmende Ladeschaufel hin- und herbewegt und in das Aufwerk getrieben. Eine anschließende Schüttelrutsche lädt auf ein Ladeband, das in den Förderwagen führt. Ähnlich arbeitet der *Zughackenlader*, bei dem eine Zughacke das Aufwerk auf die Ladeschaufel zieht. Der *Wurfschaufellader* arbeitet so, daß kastenförmige Schaufeln das Aufwerk von vorn auf der Sohle aufgreifen und in an die Maschine angehängte Wagen auswerfen. *Seitengriff-lader* fassen das Ladegut seitlich und fördern es auf ein Ladeband.

Lademaß, ein über einem geraden Gleis aufgestelltes Gerüst zum Nachprüfen der Umrisslinien von Güterwagenladungen.

Ladernotor, ein Verbrennungsmotor, bei dem durch ein Gebläse die Verbrennungsluft auf etwa 1,4 atü vorverdichtet in die Zylinder gedrückt wird, um z. B. beim Flugmotor die Leistung auch in größeren Höhen entsprechend der dort geringeren Luftdichte nur wenig abfallen zu lassen.

Ladeschaufel, *Frontlader*, hydraulisch betätigtes Ladergerät, das am Vierradschlepper frontseitig so angebaut wird, daß der Schlepper beim Vorwärtsfahren mit der gesenkten Schaufel Stallmist, Rübenblätter, Heu oder anderes Ladegut aufnehmen kann.

Lafette dient beim Geschütz, Granatwerfer und schweren Maschinengewehr als Schießgestell, zur Lagerung und zum Richten der Waffe und als Transportmittel. Am verbreitetsten sind heute die einholmige *Kasten-L.*, die zweiholmige *Spree-L.* mit schwenkbarer Ober-L. und die vierholmige *Kreuz-L.* mit einem Zapfen (Pivot) und dadurch einem Seitenrichtfeld von 360°.

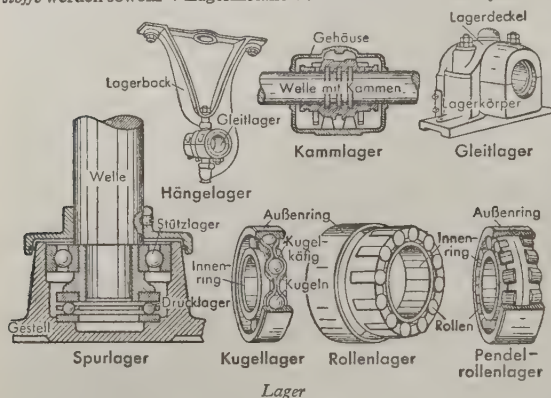
Lagenholz, aus mehreren miteinander verleimten Furnieren aufgebauter Holzwerkstoff, teilweise auch mit Einlagen aus Holzstäben (*Tischlerplatten*). Die einzelnen Lagen können in ihrer Faserrichtung parallel liegen (*Schichtholz*, *lamelliertes Holz*), sich rechtwinklig abwechseln (*Sperrholz*) oder auch sternförmig angeordnet sein (*Sternholz*).

Lager, 1) MASCHINENBAU: ein Maschinenelement zur Führung von Maschinenteilen auf einer kreisbogenförmigen Bahn (umlaufende Wellen, Schwenkhebel, Räder). Es besteht meist aus einem zylind. drehbaren Innenteil, der in einem Hohlzylinder gleichsachsig gelagert ist.

BAUFORMEN: *Quer-L.* (*Radial-L.*, *Trag-L.*) können ausschließlich Querkkräfte senkrecht zur Drehachse des L. aufnehmen. *Längs-L.* (*Axial-L.*) können nur Längskräfte in Richtung der Drehachse des L. aufnehmen. Einseitig wirkende Längs-L. können nur in einer Richtung, doppelseitig wirkende in beiden Richtungen belastet werden. *Spur-L.* benutzen die Stirnfläche des Wellenendes zur Aufnahme der axialen Belastung. *Spitzen-L.* (*Stein-L.*) sind besonders in der Feinwerktechnik (Uhren, Meßgeräte usw.) gebräuchl.; bei ihnen ist die Spitze des kegelförmigen oder kugelförmigen Wellenendes in einer kegelförmigen Vertiefung, bei Uhren vielfach in einem Edelstein, gelagert. Mit *Hänge-, Bock-, Wand-, Konsol-L.* werden verschiedene Einbauförmungen bezeichnet.

Gleit-L. Von den normalen vollrunden *Gleit-L.*

unterscheiden sich die Mehrflächengleit-L. durch Aufteilung der L.-Schale in mehrere exzentrisch angeordnete Gleitflächen, die das Eintreten der Schwinneibung begünstigen sollen. Als L.-Werkstoffe werden sowohl → Lagermetalle als auch Nicht-



metalle (Kunststoffe verschiedener Art, Gummi, Holz usw.) verwendet. Gesinterte L.-Schalenwerkstoffe können durch ihre Porosität Schmiermittel aufsaugen; solche L. bedürfen nur in langen Zeitabständen einer Nachschmierung. Bei Verwendung bestimmter Kunststoffe oder von Graphitzusätzen im L.-Schalenwerkstoff ist u.U. bei kleinen Belastungen und kleinen Drehzahlen eine Schmierung nicht erforderlich (öllose L.).

Wälz-L. Die verschiedenen Formen der Wälzkörper, in ein- oder zweireihiger Anordnung, und die Form der Lauffringe bestimmen die Bauformen der Wälzlager: *Rillenkugell-L., Schrägkugell-L., Schulterkugell-L., Zylinderrollen-L., Kegelrollen-L., Nadel-L.* Durch kugelförmige Gestaltung der Rollbahn des Außenringes wird eine selbsttätige Einstellbarkeit bei Verkantung oder Wellendurchbiegung erreicht (*Pendelkugell-L., Pendelrollen-L.*). Als Längs-L. dienen *Axial-Rillenkugell-L.*, bei denen zwischen zwei Scheiben Kugeln in Rillen geführt werden oder *Axial-Pendelrollen-L.* Die Wälzkörper können durch Käfige an der gegenseitigen Berührung gehindert werden (*Käfig-L.*), oder auch ohne Käfig laufen (*käfiglose L.*).

Bei den in Waagen, Meßgeräten, Regulatoren u.ä. gebräuchl. *Schneiden-L.* werden die Kräfte durch stählerne Schneiden auf die Unterlage übertragen.

R. KÜHNEL: Werkstoffe für Gleitlager (1952); E. SCHMID u. R. WEBER: Gleitlager (1953); P. ESCHMANN, L. HASBARGEN u. K. WEIGAND: Wälzlagerpraxis (1953); W. JÜRGENSMEYER: Gestaltung von Wälzlagerungen (*1953).

2) BAUTECHNIK: bes. bei Brücken Elemente aus Stein oder Vorrichtungen aus Stahl zum Stützen von Tragwerken (*Auflager, Widerlager*).

3) TECHNIK DER STEINE UND ERDEN: Richtung einer günstigen Spaltbarkeit.

4) GEOLOGIE: → Lagerstätte.

Lagereger, bei Flugzeugen ein selbsttätig arbeitendes Gerät, das für die Aufrechterhaltung einer bestimmten Fluglage sorgt. Der L. enthält *Flugüberwachungsgeräte*, die auf jedes Abweichen von einer eingestellten Fluglage ansprechen (*Kreisell-Flugüberwachungsgeräte*, → Kreisell) und die Ruder des Flugzeuges so betätigen, daß dieses stets auf dem eingestellten Kurs und der gleichen Flughöhe bleibt.

Lagermetalle, metall. Werkstoffe für Achs- und Wellenlager: Bronzen, Weißmetall, Rotguß, Leichtmetalle, Gußeisen und Sintermetalle aus Eisenpulver, -pulver und anderen Metallen.

Lagerstätte, Lager, natürl. Vorkommen nutzbarer Mineralstoffe, die mit techn. Hilfsmitteln und wirtschaftl. Nutzen gewonnen werden können.

Lagrangesche Funktion, kinetisches Potential, die Differenz aus der kinetischen und potentiellen Energie eines Systems von Massenpunkten. *Lagrangesche Gleichungen*, die Bewegungsgleichungen eines Systems von Massenpunkten, dessen Bewegung durch geometr. Bedingungen eingeschränkt ist.

A. SOMMERFELD: Vorles. über theoret. Physik, 1 (*1958).

Lakkolith, Eruptivgesteinsmassen, die durch einen Magmaerguß zwischen Sedimenten unter Aufwölbung des Hangenden entstanden sind.

Laktame, innere Anhydride von Aminosäuren, in denen die Carboxylgruppe unter Wasserabspaltung und Ringschluß in die Aminogruppe des eigenen Moleküls eingegriffen hat.

Laktasen, β-Galaktosidasen, Enzyme, die Milchzucker in Glukose und Galaktose spalten.

Laktoflavin, das Vitamin B₁₂ (→ Vitamine).

Laktone, innere Anhydride von Oxy Säuren, d.h. von Säuren, die außer der Carboxylgruppe -COOH noch eine Hydroxylgruppe -OH enthalten. Wenn sich eine solche Hydroxylgruppe in der γ- oder δ-Stellung, d.h. am dritten oder vierten Kohlenstoffatom (von der Carboxylgruppe aus gerechnet) befindet, so tritt aus dem Molekül der Säure sehr leicht Wasser aus unter Ringschluß und Bildung eines L. (γ- oder δ-L.). Die L. reagieren neutral und sind unzersetzt destillierbar. Auch einige β- und ε-L. sind bekannt, sie bilden sich jedoch sehr viel schwerer und sind sehr unbeständig. L. mit sehr viel größerer Ringgliederzahl liegen in den Trägern des Moschusgeruches pflanzl. ätherischer Öle vor. Ein wichtiges L. ist das → Kumin.

Lambda-Teilchen, Zeichen Λ, das leichteste, elektrisch ungeladene → Hyperon (TABELLE Elementarteilchen).

Lambert, Abk. *la*, Maßeinheit der Leuchtdichte. 1 *la* = $\frac{1}{\pi}$ sb = 0,3183099 Stilb.

Lamellenbau, meist in Bogenform angeordnete netzartige Dachkonstruktionen aus miteinander verschraubten Holz- oder Stahl lamellen von etwa 2 m Länge, mit denen ohne Binder Großräume wie Industrie-, Messe- oder Flugzeughallen überdeckt werden können.

laminar, → Strömungslehre.

Laminarprofil, Profil eines Tragflügels, bei dem durch Rückverlegung der größten Dicke dafür gesorgt ist, daß die Grenzschicht möglichst lange laminar bleibt und der Tragflügel dadurch einen besonders geringen Profilwiderstand erfährt.

Lampe, Lichtquelle, Gerät zur Erzeugung von Licht, seltener für andere Zwecke (Heiz-, Lötlampe), im Unterschied zur *Leuchte* (→ Beleuchtung).

ARTEN: Die *Öllampe* ist ein offener Napf mit einem Docht; als Brennstoff dient Pflanzenöl. Bei der *Petroleum-L.* steigt der Brennstoff (Petroleum) durch Kapillarkwirkung in einem Docht empor, vergast am Rande des Brenners und verbrennt bei Entzündung. Bei der *Gaslampe* strömt das Gas (Stadtgas oder ein sonstiges Heizgas) gegen einen Glühstrumpf, verbrennt hier und bringt ihn zur Weißglut. *Elektrische L.* sind → Glühlampe, → Gasentladungslampen. Bei *Mischlicht-L.* sind eine Glühl.- und eine Entladungsl.- in einer L. zusammengefaßt.

Landgewinnung, *Neulandgewinnung*, 1) aus dem Wattenmeer, bes. im Gebiet der breiten Mündungstrichter von Strömen und Flüssen (Schelde, Rhein, Elbe usw.), tiefen Einbruchstellen des Meeres (Zee-land, Zuider See, Dollart, Jade) und im Schutz von Inseln (Halligen); 2) durch Trockenlegung (Auspumpen) von Binnenseen (z.B. Haarlemmer Meer zwischen Leiden und Haarlem 1840-1853 = 181 km²).

Grundlage für Landbildung im Wattenmeer ist

der Schlickfall im Brackwasser sowie Stärke und Richtung der örtl. Gezeitenströme. Wo diese im Strom- und Wellenschatten Schlick und Sand ablagern, vollzieht sich natürliche Neulandbildung. Im Schutz von bei Niedrigwasser weit in das Watt vorgetriebenen Pfahldämmen und Gestrüppzäunen (Buhnen, Lahnungen) lagert sich verstärkt Schlick ab. Dazwischen gezogene parallele Gräben (Grüpen) dienen ebenfalls als Schlickfänger und beschleunigen den Ablauf des Ebbestromes. Der Schlick aus den Grüpen wird auf die dazwischenliegenden schmalen Beete geschauvelt. Schon auf einem Niveau von 30 bis 40 cm unter mittlerem Hochwasser (MHW) siedelt sich auf dem durch tier. Bodenbildner entstandenen 'Algenrasen' der bodenbefestigende Queller, eine 30 cm hohe Salzpflanze, an; die 'Quellerwiesen' wachsen mit den Schlickbeeten bis zur MHW-Grenze. Hier wird er durch andere Salzpflanzen, vor allem Andel, abgelöst, die bis zur Anlandungshöchstgrenze von 80 bis 100 cm über MHW die als Gänse- und Schafweide nutzbare 'Salzgraswiese' bilden, bis die durch Einsaat verstärkte natürl. Vermehrung der Süßgräser und des Weißklee die 'Deichreife' anzeigen und die Nutzung als Fettweide für Rind und Pferd erlauben. Das in den Schutz des Deiches genommene Neuland heißt *Kog, Polder* oder *Groden*.

Landmaschinen (hierzu TAFEL), Arbeitsmaschinen für die landwirtschaftl. Erzeugung: 1) Feldmaschinen zur Bodenbearbeitung: Pflug, Schlichte, Grubber, Egge, Walze, Bodenfräse; zur Saat und Pflege: Düngestreuer, Sä-, Lege-, Pflanzmaschine, Hackmaschine, Spritz- und Stäubegerät, Beregnungsanlage; zur Ernte: Mähmaschine, Mähdrehscher, Raufmaschine, Heuwender, Schlepperechen, Lademaschine, Kartoffel-, Rübenerntemaschine. 2) Haus und Hofmaschinen zur Weiterbehandlung der Ernterzeugnisse: Dreschmaschine, Strohprelle, Sortiermaschine, Reinigungsmaschine, Saatgutbereiter, Beizmaschine; zur Futterbereitung: Dämpfer, Häckselmaschine, Schrotmühle, Rübenscheider, Waschmaschine; zum Transport: Aufzug, Förderer, Gebläse.

W. GOMMEL: L. (*1960); P. SCHWEIGMANN: Die L. und ihre Instandhaltung (*1962).

Landstraßenfunk, drahtloser Fernsprechdienst mit → Funkprechgeräten auf Ultrakurzwellen zwischen 300 und 30 MHz zwischen fahrenden Kraftfahrzeugen und festen, im Abstand von etwa 50 km eingerichteten Funkstellen der Bundespost. Über besondere Überleitungsämter können Orts- und Ferngespräche mit beliebigen Anschlüssen des öffentl. Fernsprechnetzes geführt werden. Da für Senden und Empfangen verschiedene Frequenzen benutzt werden, ist Gegensprechbetrieb wie beim normalen Fernsprechverkehr möglich. Ein auf der Kombination von 5 Tönen beruhendes Selektiv-Rufverfahren gestattet die Auswahl eines bestimmten Fahrzeugteilnehmers und die Sperrung aller nicht gewünschten Stationen. Im Bundesgebiet können 100000 Teilnehmer an den öffentlichen L.-Dienst angeschlossen werden.

Länge, 1) ASTRONOMIE: Die L. eines Gestirns ist der Bogen der Ekliptik zwischen dem Frühlingspunkt und dem Schnittpunkt seines Breitenkreises mit der Ekliptik. Die L. wird vom Frühlingspunkt aus in östl. Richtung von 0–360° gezählt (→ astronomische Koordinaten).

2) GEOGRAPHIE: Die L. eines Ortes auf der Erde ist der Winkel zwischen seinem Meridian und einem willkürlich festgelegten Nullmeridian. Als solcher wird heute der Meridian der alten Greenwich Sternwarte benutzt. Von diesem aus werden die geograph. L. östl. und westl. von 0–180° gezählt. Orte gleicher L. haben gleiche Ortszeit, so daß man Längenunterschiede auch in Zeit ausdrücken kann, wobei 15° einer Stunde entsprechen.

3) PHYSIK: einfachster physikal. Begriff. Die L. zwischen zwei Punkten eines Körpers ist nach der speziellen Relativitätstheorie abhängig von der relat. Bewegung des Beobachters. Die allgemeine Relativitätstheorie, gestützt auf die Riemannsche Geometrie,

betrachtet die infinitesimale L. der Entfernung zwischen zwei benachbarten 'Weltpunkten' als ihren Grundbegriff. Diese hervorragende Bedeutung des Begriffs der L. scheint letzten Endes darin begründet zu sein, daß seine Definition auf den Begriff der → Elementarlänge zurückführbar ist.

Längenmaße, vgl. ÜBERSICHT S. 365.

Langevin, Paul, franz. Physiker, * 1872, † 1946, Prof. in Paris, arbeitete bes. über Magnetismus, Ultraschall und Atombau.

Langwellen, *lange Wellen*, FUNKTECHNIK: Wellen mit einer Wellenlänge von 1000 bis 10000 m (Frequenz 300 bis 30 kHz).

Lanolin, Salbengrundlage aus Wollfett, Paraffin und Wasser. Das Wollfett ist das wasserfreie, gereinigte Fett der Schafwolle und besteht hauptsächlich aus Cholesterin-Estern.

Lanthan, La, chem. Element; Ordnungszahl 57, Massenzahl 139, Atomgewicht 138,91; Schmelzpunkt 926°C, Siedepunkt 1740°C, Dichte 6,15 g/cm³. L. kommt in der Natur nur in Form von Verbindungen vor, am häufigsten zugleich mit denen des Zers und anderer Lanthaniden in den Mineralien Monazit und Zerit. Reines L. ist ein sprödes Metall mit Zinnblanz. Bei der Verarbeitung von Monazit-sand zur Zergewinnung erhält man stets auch Anteile von L., die jedoch nur sehr selten zur technischen Verwendung von reinem L. abgetrennt werden.

Lanthaniden, die 14 chem. Elemente der Ordnungszahl 58 bis 71 (→ periodisches System der Elemente) von Zers bis Lutetium. Die L. sind ziemlich unedel, dem Kalzium ähnl. Metalle. Im Atombau sind allen L. drei äußere Valenzelektronen gemeinsam, die sich stets auf demselben Energieniveau befinden; nur eine tiefer gelegene Elektronenschale wird in der Reihe der L. mit steigender Ordnungszahl zunehmend mit Elektronen besetzt. Hierdurch erklärt sich das chem. Verhalten der L., die alle in der bevorzugten, meist ausschließlich beobachteten Wertigkeitsstufe 3 übereinstimmen und nur minimale chem. Unterschiede aufweisen. Ihre Trennung auf chem. Wege ist daher sehr schwierig und kann nur durch oft wiederholte fraktionierte Kristallisation, fraktionierte Adsorption oder Ionenaustauscher bewirkt werden. Ein wichtiges Mineral zur Gewinnung von L. ist → Monazit.

lanzierte Gewebe, gemusterte Gewebe, deren Figurschüsse durch die ganze Warenbreite hindurchgehen. Gegensatz: *brochierte Gewebe*.

Lapilli, kleine, wenige cm große Auswürflinge bei einer Tuffruption (→ Tuff).

Lapis Lazuli, → Lasurstein.

Laplace, Pierre Simon, Marquis de, französl. Mathematiker und Astronom, * 1749, † 1827, entwickelte die mathemat. Theorie der Störungen der Planetenbahnen und stellte eine Theorie der Bildung des Planetensystems auf. Hiernach soll dieses aus einer großen, in Drehung befindlichen Masse entstanden sein, aus der sich durch die Fliehkraft an ihrem Äquator Ringe abgespalten und zu den einzelnen Planeten zusammengezogen hätten. Berühmt ist L.s Werk über die Wahrscheinlichkeitsrechnung.

Laplacesche Differentialgleichung, die partielle Differentialgleichung $\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0$, deren linke Seite aus der Funktion $\varphi(x, y, z)$ durch Anwendung des Laplace-Operators $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$ entsteht. Ihre Lösungen sind die *Potentialfunktionen*.

Laplace-Transformation, eine mit dem Fourierschen Integral verwandte Funktional-Transformation, die mit Hilfe eines Integralausdrucks eine gegebene Funktion in eine andere überführt, die sich mitunter leichter behandeln läßt als die Ausgangsfunktion, und aus der diese sich zurückgewinnen läßt.

G. DOETSCH: Einf. in Theorie u. Anwendung der L.-T. (1958).

läppen - Laue-Verfahren

läppen, FERTIGUNGSTECHNIK: Verfahren der spanenden Formung zur Steigerung von Oberflächengüte und Maßhaltigkeit, wobei Werkstück und Werkzeug unter Verwendung lose aufgetragenen Schleifmittels und unter ständigem Richtungswechsel aufeinander gleiten. Das **Läppwerkzeug** besteht aus Metall, meist Gußeisen und entspricht der geometr. Sollform des Werkstückes. Das **Läppmittel**, sehr feine pulverförmige Schleifkörner, ist gemischt mit dem für das Haften und Schmieren nötigen **Läppschmiermittel**. Die **Läppmaschine** übernimmt die gesamte Relativbewegung zwischen Werkstück und Werkzeug in getrieblich erzeugten Kurvenformen oder nur die Hauptbewegung, wobei im letzteren Falle die übrigen Bewegungskomponenten von Hand ausgeführt werden. Beim **Druckstrahl-läppen** trifft das Läppmittel unter Druck als Strahl auf die zu läppende Oberfläche auf.

W. LÄTZIG: Läppen, die Grundlagen und ihre praktische Anwendung (1950).

Lärm, störender Schall, nach Frequenz, Amplitude und Phase unregelmäßig und schnell wechselnde, also unharmonische Luftschwingungen. Bei längerer Einwirkung kann L. über etwa 90 bis 100 Phon Gehörschäden hervorrufen, auch sonst ist der L. gesundheitsschädlich. Bei 130 Phon wird die Schmerzschwelle erreicht.

Der **Lärmschutz**, **Schallschutz**, umfaßt alle Maßnahmen zur Verhinderung oder Verminderung störenden Schalles durch techn. Verbesserungen, bes. in der Bautechnik durch schwere oder mehrschalige Konstruktionen, wobei schallharte und schallweiche Stoffe abwechseln, und durch Verwendung von Baustoffen mit bestimmten physikal. Eigenschaften. Die Ausbreitung des Körperschalles muß durch Einbau federnder Baustoffe verhindert oder herabgesetzt werden. Beim Trittschall wird dies durch die Ausführung schwimmender Estriche auf den Decken erreicht, z. B. 1-2 cm gewalzte Mineralwolle mit darauf ausgeführtem 4 cm starkem Zementestrich. Durch die Ausstattung der Wände und Decken mit schallschluckenden Stoffen, z. B. Dämmplatten, können Lärm- und störende Echo-Wirkungen in geschlossenen Räumen stark herabgesetzt werden.

LAUTSTÄRKEWERTE, GEMESSEN MIT DIN-MESSGERÄTEN

	phon
Luftschuttsirene 50 PS (20 m)	135
Flugzeug beim Start (25 m vom Heck)	130
In Kesselschmieden (max.)	125
Drucklufthammer (1 m)	120
Sandstrahlgebläse (1 m)	115
Hupe (1 m)	110
Im Flugzeug	105
In Webereien	100
In und neben (7 m) U-Bahnen	95
Schwerer Lastwagen (7 m)	90
Motorrad (7 m)	85
Fahrradhilfsmotor (7 m)	80
Im Büro mit Buchungsmaschinen	75
Mittlerer Straßenverkehr	70
Unterhaltungssprache (1 m)	65
Hochspannungstransformator (50 m) ..	60
Schwacher Straßenverkehr	50
Niedrigster Geräuschpegel in Wohnvierteln bei Nacht	40
Blätterrauschen	30
Rundfunksprecherstudio	20
Gut isolierter schalltoter Raum	10
Hörschwelle (jugendliches Ohr)	0

Laser, engl. Abk. aus *light amplification by stimulated emission of radiation*, → Lichtverstärker.

Lastensegler, **Lastengleiter**, Gleitflugzeug zur Beförderung von Truppen und Lasten, das von Motorflugzeugen geschleppt wird und am Ziel selbstständig landet.

Lasthaken, Schmiedestücke zum Tragen von Lasten. Der *einfache L.* (DIN 687) wird für Lasten bis etwa 30 t (Hubgeschwindigkeit bis etwa 15 m/min), der *doppelte L.* (DIN 699) für größere Lasten über 30 t verwendet. L. mit Abweisern verlangen sich nicht an Kanten, z. B. Schiffsilken. **Geschlossene L.**

(**Schäkel**, **Lastbügel**) für Lasten über 100 t verhindern ein Herausspringen des Befestigungsseiles, das durch den Haken gesteckt werden muß.

Lasthebemagnet, **Hebemagnet**, **Hubmagnet**, Gehäuse aus Stahlguß mit einer Magnetspule im Inneren, zum Verladen von Eisen in jeder Form. Unten ist es durch eine Bronzeplatte abgedeckt, die den Schlag der anspringenden Stahlstücke abfängt.

Durch Einschalten des durch ein Kabel zugeführten Stromes wird die Last (bis 20 t) aufgenommen und durch Ausschalten abgesetzt. Ein **Magnetgreifer** ist eine Vereinigung eines Greifers mit einem L. zum Aufnehmen von Schrott und Spänen. Verwendung hauptsächlich in Stahl- und Hüttenwerken.

Lastrohr, Transportbehälter für Massengüter auf zwei Eisenbahndrehgestellen: entweder ein Behälter mit rundem Querschnitt von 65 m³ Inhalt oder zwei gleichlange, halbrunde, gekuppelte Teile von 75 m³ Inhalt. Die Nutzlast ist jeweils 50 t.

Lasurfarben der Lackier-, Mal- und Drucktechnik haben im Gegensatz zu den **Deckfarben** das Vermögen, die Eigenfarbe des Untergrundes oder Zeichnungen u. dgl. durchscheinen zu lassen.

Lasurstein, **Lapis Lazuli**, dunkelblaues, undurchsicht. kubisches Mineral, im wesentl. $NaAlSi_3O_8$ mit geringem Chlor- und Schwefelgehalt, dicht, oft mit Eisenkieseleinsprenglingen; Schmuckstein.

latentes Bild, die unsichtbare Bildaufzeichnung bei der Belichtung photograph. Schichten. Das I. B. wird erst durch die Entwicklung sichtbar gemacht. Durch schwache, diffuse Nachbelichtung oder chem. Einwirkung (z. B. SO_2 -Dämpfe) vorm Entwickeln (**Latensifikation**) kann es verstärkt werden.

latente Wärme, **gebundene Wärme**, die bei einer Zustandsänderung umgesetzte Wärme, die bei der Umwandlung in einer Richtung gebunden, in der umgekehrten Richtung wieder frei wird.

Laterit, aus Aluminium- und Eisenhydroxiden bestehender ziegelroter Boden tropischer Gebiete.

Latex, **Gummimilch**, Milchsaft aus Kautschukbäumen, bestehend aus einer 30-35%igen wäßrigen Dispersion von Rohkautschuk. L. wird durch Entfernen des Wassers zu → Kautschuk weiterverarbeitet. Durch Anreicherung des Kautschukgehaltes (**Revertex** mit 60-65% Festanteil) erhält man einen in der Lederindustrie verwendeten Klebstoff. Für Gewebeerprignierungen wird L. direkt vulkanisiert. → L. heißen auch die wäßrigen Dispersionen von → Kunstkautschuk.

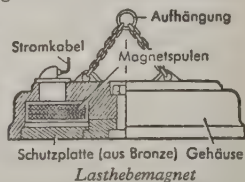
Latzenkiefernöl, **Krummholzlöl**, das ätherische Öl aus *Pinus pumilio*, dient als Zusatz für Fichtennadel-Badeessenzen und zum Inhalieren.

Lätschpfahl, **SEILEREREI**: ein konischer Dorn (Spleißnagel) zum Spleißen des zusammengedrehten Seiles.

Laubsäge, eine Handsäge zur Bearbeitung von Holz, Metall, Elfenbein, Perlmuter, Schildpatt, Kunststoffen u. ä., insbes. zum Aussägen geschlossener Innen- und Außenkonturen. Das schmale, dünne Sägeblatt wird durch die Elastizität des U-förmigen Bogens gespannt.

Laue, Max von, Physiker, * 1879, † 1960, Prof. in Zürich, Frankfurt, Berlin und Göttingen, wies 1912 mit P. KNIPFING und W. FRIEDRICH die Beugung der Röntgenstrahlen in Kristallen nach, entwickelte die Relativitätstheorie weiter, stellte eine relativistische Thermodynamik auf und gab eine Theorie der Supraleitung. 1914 Nobelpreis.

Laue-Verfahren, die Erzeugung von Röntgeninterferenzen durch Beugung von Röntgenstrahlen in einem Kristall und die darauf gegründete Ermittlung der Kristallstruktur (→ Strukturanalyse). Ein scharf gebündelter, nicht monochromatischer Röntgenstrahl fällt durch eine feststehende Kristallplatte auf einen photograph. Film. Man erhält eine regel-



mäßige Anordnung von Interferenzflecken um den Durchstoßungspunkt des Strahls (*Laue-Diagramm*), deren Lage die Symmetrie des Kristalls widerspiegelt.

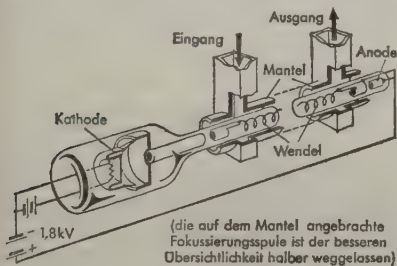
Läufer, 1) MAUERWERK: der mit seiner Langseite parallel der Mauerflucht verlegte Ziegel.

2) MASCHINENBAU: umlaufender Teil bei Maschinen aller Art.

3) SPINNEREI: *Traveller, Reiter, Fliege, Öhr*, ein auf dem polierten Stahlring der Ringspinnmaschine umlaufender kleiner Stahlbügel, der – vom Faden nachgeschleppt – die Drehung des Garnes erzeugt.

4) TEXTILKUNDE: einfache oder durchgehend gemusterte schmale Teppiche in Meterware, im Unterschied zu Brüchen und Verbindern mit abgepaßten Mustern.

Lauffeldröhre, Wanderfeldröhre, Röhrentyp der Höchstfrequenztechnik, bei dem ein Elektronenstrahl im und mit dem Feld fortschreitender elektromagnet. Wellen verläuft; bei angenähert gleicher Geschwindigkeit des Elektronenstrahls und der Wellen wird Energie aus dem Strahl in die Wellen übertragen (Verstärkung). Da die Strahlelektronen bei den



Lauffeldröhre

technisch verwendbaren Spannungen eine weit unterhalb der Lichtgeschwindigkeit liegende Geschwindigkeit haben, muß man die elektromagnet. Wellen längs einer Verzögerungsleitung führen, z.B. einer Wendeleitung (koaxiale Leitung mit Wendel als Innenleiter). Die L. erlauben, sehr breite Frequenzbänder der Höchstfrequenztechnik bei niedrigem Eigenrauschen zu verstärken (20 bis 30 db). Im Dezimeterwellenbereich konnten bisher Nutzleistungen von einigen kW erzielt werden.

Bei den L. kann man unterscheiden: *Travelling-Wave-Röhren* mit materieller Verzögerungsleitung zur Führung der Wellen; *Elektronenwellen-Röhren* (*Doppelstromröhren*) mit Führung der Wellen durch eine weitere Elektronenströmung anstatt der materiellen Verzögerungsleitung; *Travelling-Wave-Magnetrons* mit materieller Verzögerungsleitung, dazu einem konstanten Magnetfeld und einem elektr. Feld; *Elektronenwellen-Magnetrons*, die sich von den *Travelling-Wave-Magnetrons* durch Ersatz der Verzögerungsleitung durch eine weitere Elektronenströmung unterscheiden.

W. KLEIN: Einf. in die Mikrowellen-Elektronik, 2. Teil: L. (1958).

Laufkatze, ein auf einem → Kran, Drahtseil oder Träger fahrbarer Wagen mit Aufzugswinde.

Laufkraftwerk, ein → Wasserkraftwerk.

Laufrad, 1) bei Turbinen der Teil, der durch das Arbeitsmittel in Umdrehung versetzt wird; im Unterschied zum *Leitrad*, durch das das Treibmittel dem Laufrad zugeführt wird.

2) bei Lokomotiven die Räder, die zum Tragen des Gewichts und besserem Führen, nicht aber zum Antrieb bestimmt sind.

Laufzeiterscheinungen, HÖCHSTFREQUENZTECHNIK: Bei Frequenzen oberhalb etwa 300 MHz (Wellenlängen unterhalb 1 m) macht sich die träge Masse der Elektronen in den Elektronenröhren dadurch bemerkbar, daß ihre Flugzeit (Laufzeit) von der Kathode zu den einzelnen Elektroden in die Größenordnung der Schwingungsdauer kommt. Mit stei-

gender Frequenz wird dadurch die normale Arbeitsweise der Elektronenröhren unmöglich gemacht. Die Aussteuerung ist nicht mehr leistungslos, der Röhreneingangswiderstand sinkt, ein angeschlossener Schwingkreis wird stark gedämpft. Eine Verschiebung der Frequenzgrenze, bei der merkbare L. eintreten, nach oben kann man dadurch erreichen, daß man die Elektrodenabstände so klein wie möglich macht, insbes. den Gitter-Kathodenabstand (0,05 bis 0,1 mm), und die Anodenspannung bis an die Grenze der Spannungsfestigkeit und der therm. Belastbarkeit der Röhre erhöht. Solche *Lauffeldröhren* sind → Bremsfeldröhre, → Magnetron, → Trifföhre, → Lauffeldröhre.

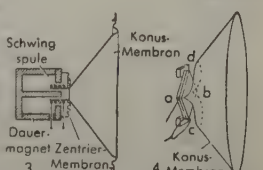
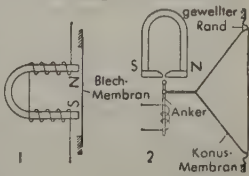
Laug, 1) TECHNIK: Salzlösung.

2) CHEMIE: die Lösung einer starken Base in Wasser, z.B. Alkali-L. (Ätz-L.), Baryt-L. Die nach der Kristallisation eines beliebigen Stoffes aus seiner Lösung zurückbleibende Flüssigkeit heißt *Mutter-L.*

läutern, raffinieren, TECHNIK: reinigen, klären, von fremden Stoffen befreien, z.B. in der Glasherstellung oder in der Erzaufbereitung.

Lautwerk, Signaleinrichtung der Eisenbahn zur Ankündigung eines Zuges auf einem Bahnhof oder für den Schrankenwärter. Vor Ab- oder Durchfahrt eines Zuges setzt der Fahrdienstleiter des Bahnhofs durch einen Handinduktor in sämtl. L. bis zum nächsten Bahnhof ein Uhrwerk in Gang, das unter der Wirkung eines Gewichtes Glockenschläge (meist 5) abgibt (*Streckenlautwerk*). Neuerdings werden die Züge unmittelbar auf dem Fernsprecher angekündigt. Lokomotiven haben *Druckluft-L.* oder *Dampf-L.*, die 100–350 m vor technisch nicht gesicherten Wegübergängen neben Pfeifsignalen in Gang gesetzt werden.

Lautsprecher, Gerät zur Umwandlung von tonfrequenten elektr. Schwingungen (Wechselströmen) in hörbare (akustische) Schwingungen zur Wiedergabe von Sprache und Musik. L. bestehen aus einem Antriebssystem und einer Membran, die meist eine am Rand und an der Spitze beweglich aufgehängte Konus-Membran aus Papier ist. Der nur noch vereinzelt angewendete *magnetische L.* beruht auf der Anziehungskraft eines Elektromagneten. Er wird heute als *Freischwinger* ausgeführt, bei dem der Anker frei vor den Polen eines Dauermagneten schwingt. Die Wiedergabe ist wegen des Fehlens der tiefen Töne und infolge von Verzerrungen nicht genügend



Lautsprecher: 1 magnetischer L. nach Art eines Telefons; **2** Freischwinger; **3** dynam. L.; **4** Kristall-L.; a, b mit der Membran verbundene, c, d ortsfest gelagerte Ecken des quadrat. Kristalls.

Um auch die hohen Töne über 5000 Hz genügend laut wiedergeben zu können, werden in Rundfunkempfänger zusätzliche *Hochton-L.* eingebaut, die zur besseren Verteilung der hohen Töne im Raum (Raumtonwirkung) seitlich strahlen. Als *Hochton-L.* dienen entweder *Kristall-L.*, die den piezoelektr. Effekt z.B. von Seignettesalz-Kri-

stallen ausnutzen, oder **elektrostatische L.** (**Kondensator-L.**), die auf der elektrostatischen Anziehung zweier elektr. Spannung gegeneinander führenden Metallflächen beruhen.

Beim **Ionen-L.** („Ionophon“ von S. KLEIN) werden statt der trägen Membrane ionisierte Luftpartikel in Schwingungen versetzt.

Bei der L.-Wiedergabe in Sälen und auf Plätzen werden heute die von Telefunken 1948 eingeführten **Strahlergruppen** (**Schallzeilen**) verwendet, die aus mehreren übereinander auf einer schmalen Schallwand angeordneten L. bestehen. Sie bündeln die Schallenergie gleichmäßig in die Zuhörerenebene hinein und vermeiden Reflexionen an Decke und Wänden. Im Freien wird die Strahlergruppe in einem Gehäuse auf einer Säule aufgestellt (**Tonsäule**).

Lautstärke, Klangstärke, ein Maß für die Stärke der Schallempfindung. Setzt man die L. proportional dem Logarithmus des Schalldrucks, so ergibt sich eine angenähert als gleichmäßig empfundene **L.-Stufung** (Weber-Fechnersches Gesetz). Bei konstantem Schalldruck ist die L. frequenzabhängig. Der Bereich der hörbaren Geräusche umfaßt rd. 120 Phon (→ Lärm).

Lautstärkemesser, Geräuschmesser, ein Gerät zur Messung der Lautstärke eines Geräusches oder Lärms. Bei dem **subjektiven L.** nach BARKHAUSEN wird der zu messende Schall mit einem Normalton verglichen, der im Gerät erzeugt wird. Beim **objektiven L.** wird der Lärm über ein Kondensatormikrophon aufgenommen und unter Zwischenschaltung eines Verstärkers an einem in Phon geeichten Meßinstrument angezeigt.

Lautstärkeregl., → Rundfunktechnik.

Lava, 1) aus Vulkanen ausfließende Magma und das daraus entstandene basische bis saure, infolge entweichender Gase meist poröse, häufig auch glasige Ergußgestein. 2) die Schlamm- und Gesteinsmassen bei Wildbächen.

Lavabel, bedruckter Kleiderstoff in Leinwandbindung mit Kreppgarnen in der Kette und ungeordneten Chemiefäden im Schuß.

Lavaldüse, eine Düse, deren Querschnitt sich nach anfgl. Verengung wieder etwas erweitert; verwendet zur Erzeugung von Gasstrahlen mit Überschallgeschwindigkeit (TAFEL Strömungslehre).

Lavandinöl, ätherisches Öl aus den Blüten der **Lavandinpflanze**, einem Bastard aus den Lavendel-Arten *Lavandula vera* und *Lavandula spica*; sehr wichtig für die Seifenparfümierung.

Lavendelöl, sehr würziges ätherisches Öl aus den Blüten des Lavendels; Hauptbestandteil ist Linalylacetat. Verwendung für viele Parfüms, vor allem für **Lavendelwasser** und für Seifen-Parfümöle.

Lavoisier, Antoine Laurent, französ. Chemiker, * 1743, † (hingerichtet) 1794, einer der Begründer der neuzeitl. Chemie. Er erkannte die Bedeutung genauen Wägens bei chem. Untersuchungen und wies nach, daß jede Verbrennung auf einer Bindung von Sauerstoff beruht. Er entdeckte auch die Zusammensetzung des Wassers.

M. SPETER, in: Buch der großen Chemiker, 2, hg. v. G. BUGGE, (1961).

Lawine, abstründende, im Fortschreiten wachsende Eis- und Schneemassen der Hochgebirge. Die gefährlichsten L. sind: a) **Staub-L.** mit „Luftbewegung“ aus trockenem Lockerschnee wie z. B. Pulverschnee. Sie stürzen mit orkanartigem Luftstrom so Tal, durch die Stau- und Sogwirkung alles zerstörend. b) **Grund-L.** mit „Bodenbewegung“ aus nassen Schneemassen (Pappschnee, Firnschnee u. a.), meist in natürlichen Bahnen. c) **Schneebrett-L.** entstehen infolge fester Packung (Pressung) des Schnees durch Wind oder Setzung zu hochgespannten Schichten (Schneebrett). Eine Störung der Spannung durch Skifahrer o. a. löst das ganze „Brett“ schlagartig mit Knall und Bildung riesiger Schollen aus. – **Gletscher- oder Eis-L.** entstehen durch Absturz des fließenden Gletschersees im Gletscherbruch oder an der Stirn von Hängegletschern.

Natürl. L.-Schutz bieten geschlossener Hochwald oder ablenkende Geländeformen. Künstl. L.-Ver-

bauungen sind Stützbau (L.-Brücken, -Rechen, -Zäune, -Terrassen od. ä.) zur Verhinderung des Abgleitens der Schneemassen, Bremsverbau in der Sturzbahn (Bremshöcker, -keile, Auffang- und Ablenkdämme u. a.), Lokalverbau an Gebäuden, Straßen, Bahnlinien. Neuerdings wird die Lawinengefahr auch durch vorzeitige, gewollte Lösung (Abschießen) verringert.

Lawrence, Ernest, amerikan. Physiker, * 1901, † 1958, Prof. in Berkeley, entwickelte seit 1930 das → Zyklotron. 1939 Nobelpreis.

Lawrencium, **Lw**, zu den → Transuranen gehörendes chem. Element, Ordnungszahl 103. Es wurde zuerst (1961) hergestellt im Lawrence Radiation Laboratory (USA) durch Bombardierung von Californium mit beschleunigten Bor 10- und Bor 11-Ionen. Das Atomgewicht des entstehenden L.-Isotops ist wahrscheinlich 257.

Lazulith, monoklines Mineral, (Fe, Mg) Al₂(PO₄)₃(OH), blau bis hellblau, undurchsichtig, meist derb, Vorkommen in Quarziten.

LD-Stahl, nach dem Linzer Düsenverfahren hergestellt → Stahl.

Lebedew, Peter Nikolajewitsch, russ. Physiker, * 1866, † 1912, Prof. in Moskau. L. gelang 1899 der experimentelle Nachweis des von MAXWELL berechneten Lichtdrucks.

lebendige Kraft, veralteter Ausdruck für kinetische → Energie.

Lebendverbauung, Sicherung von Fluß-, Kanal- und Seeufern durch Anpflanzung und Pflege von Rasen, Schilf, Rohr, Weiden u. dgl., die die künstliche Ufersicherung aus Steinen oder Beton durch eine natürliche Pflanzendecke ersetzen; in erster Linie dort möglich, wo der Wasserspiegel in der Wachstumsperiode nicht oder nur wenig schwankt (Seen, Kanäle, kanalis. Flüsse). Vorteil geringe Unterhaltungskosten, gute Dämpfung von Sog und Wellenschlag, Verschwinden der kahlen Steinufer.

Lebensdauer, → Halbwertszeit.

Lebertran, das aus den frischen Lebern des Kabeljaus (Dorsch) und Schellfisches ausgeschmolzene oder gepreßte fette Öl, nach Abkühlen unter 0°C von den leicht erstarrenden Anteilen getrennt. L. ist ein trocknendes Öl, da er vorwiegend stark ungesättigte Fettsäuren (Jecorin-, Clupanodon-, Gadoleinsäure) enthält. Wegen seines reichen Gehalts an Vitamin A und D sowie an Spurenelementen wird L. gegen Rachitis und Skrofulose, als Stärkungs- und Kindernährmittel verwendet.

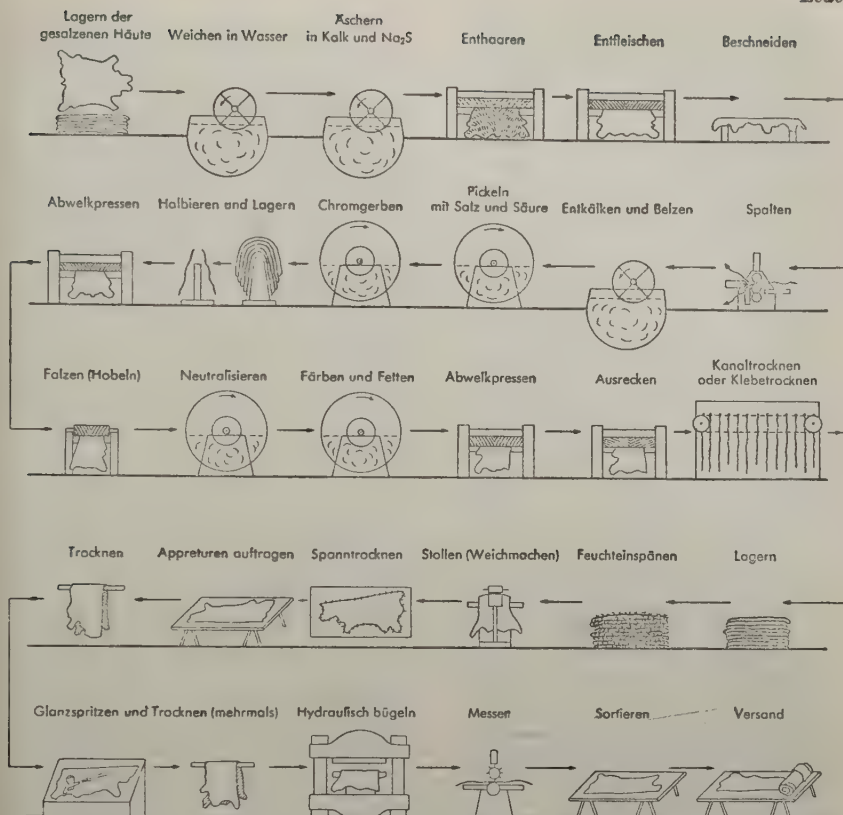
Leca, ein isolierender Füllstoff oder ein Zuschlagstoff für Leichtbeton und vorfabrizierte Bauelemente, besteht aus geblähtem Ton, ist wasserundurchlässig und zeit- und temperaturbeständig.

Lechersystem, **Lecherleitung**, Leitungssystem der Höchstfrequenztechnik nach ERNST LECHER. (1890). Ein L. besteht aus zwei Metalldrähten gleicher Länge, die meist auf verlustarmen Isolatoren parallel geführt sind und auf denen stehende Wellen auftreten (wegen fehlenden, an den Wellenwiderstand der Leitung angepaßten Abschlußwiderstandes); kann zur Wellenlängenmessung sowie als Schwingkreis verwendet werden. Statt drahtförmiger Leiter verwendet man Rohre oder Bänder, bei denen die Verluste durch die → Hautwirkung wesentlich geringer sind.

Leckage, Leckverlust, der Teil der aus dem Reaktoren nach außen entweichenden Neutronen, der für die Fortführung der Kettenreaktion als Verlust gilt.

Ledeburit, eutektisches Gefüge von kohlenstoffhaltigem Eisen mit 4,3% C, besteht zu 47,5% aus gesättigten Eisenmischkristallen, deren C-Gehalt sich in fester Lösung befindet, und zu 52,5% aus Zementit (Eisenkarbid, Fe₃C, mit 6,67% C).

Leder, von Haaren befreite und durch Gerbstoff chemisch veränderte tierische Haut. Während die ungegerbte Haut zu einer hornigen, pergamentartigen Membran auftrifft, wirkt sich die Gerbung dahin aus, daß die einzelnen Fasern, aus denen die Haut aufgebaut ist, beim Trocknen nicht mitein-



Leder: Herstellung von Chromoberleder

ander verkleben. Die gegerbte Haut trocknet „lederartig“ auf.

Narben-L. besitzt einen natürlichen Narben, d.h. die durch die Haarporen gezeichnete Oberflächenschicht ist in einer für jede Tierart charakteristischen Weise genarbt. Die **Spalt-L.** werden nach maschinellem Spalten von dickeren Häuten aus den tiefer liegenden Schichten hergestellt und besitzen daher keinen natürlichen Narben. Leder, die die Narbenschicht besitzen und ungespalten sind, werden als **Voll-L.** (z. B. Vollrind-L.) bezeichnet.

HERSTELLUNG. Die durch Salzen oder Trocknen konservierten Tierhäute werden in Wasser geweicht und dann **gedächert**, d.h. mit Lösungen von Kalziumhydroxid und Natriumsulfid behandelt, wodurch die Haare gelockert oder zerstört werden. Die von Haaren befreite, ungerberte Haut heißt **Blöße**. Zu den vorbereitenden Arbeiten der Gerbung gehört auch das Entfleischen, wobei lockeres Bindegewebe, ferner Fett- und Fleischreste von der Unterseite der Haut maschinell durch rotierende Messerwalzen entfernt werden. Die stark aufgequollenen Blößen werden durch **Entkälken** (Behandeln mit Säuren) und **Belzen** (Behandlung mit eiweißabbauenden Fermenten) neutralisiert.

Das eigentliche **Gerben** geschieht bei Sohlleder und Täschnerleder mit Pflanzengerbstoffen aus Rinden, Hölzern, Früchten u. a. Pflanzenteilen. Das zerkleinerte pflanzl. Gerbmateriale heißt **Lohe**. Bei der handwerkli. **Lohergerbung** werden die Häute mit dazwischen geschichteter Lohe in Gerbgruben gelegt und mit Gerbstofflösungen übergossen. Häu-

figer ist die Verwendung von Pflanzengerbstoffen in Form von Gerbextrakten, die aus dem Pflanzenmaterial ausgezogen und im Vakuum eingedunstet werden. Eine ähnliche Gerbwirkung wie die Pflanzengerbstoffe haben synthetische Gerbstoffe, die aus phenolischen Körpern durch Kondensation mit Formaldehyd und Löslichmachen mit Schwefelsäure erhalten werden. Das Schuhoberleder wird durch **Chromgerbung** gewonnen. Hierbei werden die gerbfertigen Blößen mit Lösungen von basischem Chromsulfat behandelt. Eine ähnliche Wirkung wie die Chromsalze haben Aluminium- und Eisensalze. Eine besondere Form der Aluminiumgerbung ist die **Glacégerbung**, bei der außer Kochsalz und Alaun auch noch Eigelb und Weizenmehl in die Haut eingewalkt werden. Bei der Herstellung von weichem Handschuhleder, Fensterputzleder u. dgl. werden Dorsch- und Robbentran in die Blößen eingewalkt; bei nachträglicher Erwärmung der getranten Blöße bilden sich durch Autoxydation des Tranes Aldehyde, die den Gerbprozeß vollziehen (**Sämschgerbung**).

Zur **Zurichtung** gehören das Färben mit Anilinfarben und das Aufspritzen von Farbpigmenten, die durch Bindemittel (Kasein, Nitrozellulose u. dgl.) auf der Faseroberfläche festgehalten werden. Ferner gehören zur Zurichtung chemische Operationen, um das L. weich und geschmeidig zu machen (Stollen, Krispeln, Polieren usw.).

Das meiste L. wird in der Schuhfabrikation verarbeitet. **Unter-L.** (Sohl-, Vache-, Brandsohl-, Rahmen-L.) werden fast immer aus Rindhäuten in

pflanzl. Gerbung hergestellt. *Ober-L.* sind überwiegend chrom-, z. T. auch kombiniert chrompflanzlich gegerbt. Die wichtigsten Sorten sind: Rindbox, Boxcalf, Chevreau (aus Ziegenhäuten). Stärker gefettete *Ober-L.* für Sport- und Skistiefel heißen *Waterproof-L.* Ihm ähnlich, jedoch rein pflanzl. gegerbt ist das *Fahl-L.* Eine andere Gruppe sind die meist pflanzlich gegerbten *Sattler-* oder *Blank-L.*, *Möbel-L.*, *Täschner-* oder *Portefeuille-L.* und *Buchbinder-L.* Großflächige Rindledernarben-spalte werden als *Vachetten* bezeichnet (Möbel-vachetten, Koffervachetten). Täschner-L. aus ungespaltenen Rindhäuten oder aus dickeren Narben-spalten werden als *Vollrind-L.* bezeichnet, im Unter-schied zu *Spalt-L.*, denen meist ein künstl. Narben aufgebracht ist. L. für Luxuslederwaren heißen auch *Fein-L.* Hierzu gehören u. a. die *Saffian-L.*, farbige Ziegenleder mit einem durch Kruspeln herausge-arbeiteten Narben, ferner *Schweins-L.*, L. aus Schlangen-, Eidechsen-, Krokodil- und Fischhäuten. Von den L. mit natürl. oder aufgetriebenem Narben sind die L.-Sorten zu unterscheiden, die eine fein-faserige, tuchartige Schauseite haben (*Nubuk-L.*, aus Kalbfellen mit angeschliffener Narbenseite, *Velour-L.* mit samtartig geschliffener Fleischseite). Solche L. werden auch als Schuhoberleder gebraucht.

Bekleidungs-L. sind meist chromgegerbt. Sie wer-den aus großflächigen Ziegen-, Schaf- und Kalb-fellen hergestellt. *Handschuh-L.* werden vorzugs-weise aus Lamm- und Zickelfellen nach besonderen Gerbverfahren gearbeitet.

Zu den *technischen L.* gehören Riemen-, Man-schetten- und Dichtungs-L., Spezial-L. für Aus-rüstung von Textilmaschinen, Gasmessermembran-en, L. für Sportartikel, Orthopädie-L., Rohhaut-L. usw. Diese L. werden überwiegend aus kräftigen Häuten (Rinder, Büffel) hergestellt und sind meist sehr stark gefettet.

Die *lederzeugende Industrie* stellte 1961: 68 519 t L. her (im Werte von 1035,2 Miß. DM).

F. STATHIER: L. und Kunst-L. (1959).

Leerlaufstrom, der von einem elektr. System zur Energiewandlung und -übertragung (z. B. Elektromotor) im unbelasteten Zustand aufgenom-mene Strom, bei elektr. Maschinen vielfach der Magnetisierungsstrom zum Aufbau des Magnet-feldes.

Leewellen, METEOROLOGIE: vertikale Schwin-gungen mit Wellenlängen von 5–30 km der Luft-strömung hinter Gebirgen, die oft bis über die Tropopause reichen. In ihrem Bereich herrschen großzügige Aufwinde von 3–6 m/s, durch Lenticu-larwolken, manchmal in mehreren Stockwerken, gekennzeichnet.

Leewirbel, *Aero- und Hydrodynamik*: in strö-menden Medien hinter jedem Strömungshindernis auftretende Wirbel, z. B. in der Atmosphäre hinter Gebirgen, im Wasser hinter Brückenpfeilern.

Legierungen, Vereinigungen von einem Metall mit einem oder mehreren anderen Metallen oder Nichtmetallen. Durch das Legieren können die Eigenschaften der Metalle stark beeinflusst und den verschiedenartigsten Beanspruchungen angepaßt werden. Sie werden hergestellt durch Zusam-menschmelzen und Gießen, durch Sintern von Metallpulvermischungen, durch gemeinsames Reduzieren von Rohstoffen und vereinzelt durch Elek-trolyse, Zersetzung von Verbindungen usw.

Je nachdem, ob die Elemente im festen Zustand in der Legierung vollkommen, teilweise oder nicht ineinander gelöst sind, liegen Stoffe vor, die aus einer oder mehreren Kristallarten aufgebaut sind und verschiedenartige Eigenschaften haben. Der Zustand der L., d. h. Art, Größe, Verteilung, Sätti-gungsgrad, Verformungszustand usw. der Kristal-lite, ist neben der Zusammensetzung von der Her-stellung, Verformung und Wärmebehandlung ab-hängig und weitgehend beeinflussbar. Besonders wichtige L.-Gruppen sind → Stähle, → Hartmetalle, → Leichtmetalle, Edelmetalle und die bei den ein-zelnen Metallen aufgeführten L.

H. BORCHERS: Metallkunde I–II (1959–62).

Lehm, durch Eisenverbindungen gelb bis braun gefärbter, sandhaltiger Ton, Rohstoff für die Ziegel- und Töpferwarenfabrikation und für L.-Bauten.

Lehmbau, ein uraltes Bauverfahren, in Ländern mit niedrigem Lebensstandard noch geübt und in Notzeiten, wie nach 1919 und 1945, wieder ange-wendet. Lehm enthält als natürliches Bindemittel Ton, der die Gemengeteile vom feinsten Sand bis zu den größeren Gesteinstrümmern verklebt. L.-Wände werden hergestellt 1) als *Lehmsteinwände* (luftge-trocknete Handstrich-Lehmsteine, in Lehm- oder Kalkmörtel vermauert), 2) als *Lehmteuflerwände* (mittelfetter Lehm, mit Gabeln aufgesetzt, Stroh unter ständigem Treten beigemischt, Wandflächen nach Antrocknen fluchtrecht abgestochen), 3) als *Lehmstampfwände* (Lehm mit kurzem Stroh ge-mischt, erdfeucht zwischen Schalung eingebracht und gestampft; waagrecht eingelegte Stangen oder Drähte zur Verankerung), 4) als *Lehmständerwände* (Rundholzständer für Decken- und Dachlast auf-gestellt, danach Felderausfachung mit Lehmsteinen, Leichtlehm, Wickelstaken, Reisiggeflecht mit Lehm-bewurf). L.-Wände müssen gegen Regen geschützt werden; sie gelten als feuerbeständig.

Lehre, 1) MASCHINENBAU, METALLBEARBEITUNG: Meßmittel, meist aus gehärtetem Stahl, zur Nach-prüfung der Werkstückabmessungen. *Grenz-L.* wei-sen zwei Meßseiten auf, eine Gut- und eine Aus-schufseite. Die Gutseite muß sich mit dem Prüfling paaren lassen, die Ausschufseite darf es nicht, denn sie verkörpert das Maß, bei dessen Erreichen das Werkstück unbrauchbar (Ausschuß) wird. Für die Prüfung von Wellen und Bohrungen werden z. B. *Grenzschalen-L.* und *Grenzlehndorne* benutzt.

2) BAUTECHNIK: L., *Lehrbrett*, eine aus Brettern oder Blech gefertigte Schablone für die Herstellung von Profilen, z. B. für das Ziehen von Holzgesimsen.

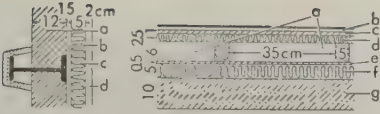
Leibholz, *Scheuerleiste*, starker Holzbalken mit Eisenbeschlag um den Schiffkörper von Schleppern und Verkehrsfahrzeugen zum Schutz gegen Beschä-digungen beim Anlegen und Längsseitigen.

Leibniz, Gottfried Wilhelm, * 1646, † 1716, der vielseitigste dt. Denker, wurde 1676 Bibliothekar in Hannover, 1700 Präsident der von ihm gegründeten Akademie der Wissenschaften in Berlin. L. war be-deutend als Mathematiker (Erfindung der Differen-tial- und Integralrechnung 1675 ff., unabhängig von NEWTON), Rechtsgelehrter, Politiker, Philosoph, Geschichts- und Sprachforscher, Geologe, Physiker und Techniker. Mit fast allen bedeutenden Gelehr-ten Europas stand er in Briefwechsel. In der Physik erkannte er den Ausdruck mv^2 als Maß der leben-digen Kraft (kinet. Energie). Als Philosoph entwarf L. ein rationalistisch-idealistisches Denkgebäude, das die mechanist. Naturerklärung DESCARTES' mit einem theologischen Weltbild, u. a. durch die An-erkennung von Zweckursachen, zu versöhnen suchte. – Krit. Gesamtausg. seiner Werke u. Briefe, hg. von der Dt. Akademie der Wissensch. (seit 1923); kurze Auswahl: Die Hauptwerke (1933).

Leibung, bei Fenstern, Türen, Bogen die innere Fläche der Maueröffnung.

Leichtbau, eine neuere Entwicklung der BAU-TECHNIK, bei der durch besondere Baustoffe, Bau-arten und Formen das Gewicht verringert wird (Stahl-L., Leichtmetallbau, Leichtbetonbau, Holz-Leimbau). Im INGENIEURBAU wurde durch An-wendung geleimter Hartfaser-Doppel-T-Profile eine L.-Weise entwickelt. Im Fahrzeugbau bringt die Mischbauweise eine Gewichtsverminderung. Im all-gemeinen Maschinenbau zählt auch die geschweißte Bauart von Gestellen (*Zellenbauweise*) zum L.

Leichtbauplatten, aus mineralisierter Holzrolle oder Holzspänen mit Zement, Magnesit oder Gips gebundene, in Formen verpreßte Bauplatten. Die bei Durchfeuchtung hauptsächlich in der Dicke auf-tretende Quellung ist bis 1,8% zulässig. Ab 5 cm Stärke sind die Platten wandbildend. Häufig werden L. dicht verlegt oder auch in Form von Hohlkörpern auf die Einschalen von Stahlbetondecken auf-gebracht. L. sind gute Wärme- und Kälte-Dämm-



Leichtbauplatte: links bei einer Außenwand; a Ziegelwand, b Zementmörtelfuge, c Leichtbauplatte, dicht gestoßen ohne Gewebestreifen, d Außenputz. Rechts *Dachdecke* (Bühnenhaus Titaniapalast, Berlin); e belüftete Hohlräume, b Abdeckung, c Zementestrich gedichtet, d Leichtbauplatte im Verband, dicht gestoßen ohne Gewebestreifen, e Zementglattnstrich mit Dichtungszusatz, f Leichtbauplatte wie oben, auf frischer Stahlbetondecke verlegt, g Stahlbetondecke (Maße in cm). Konstruktion A. Böttcher.

stoffe und gehören unverputzt zu den porösen Schallschluckstoffen. Als Körperschalldämmstoffe finden sie bei mehrschal. Konstruktionen Verwendung.

Leichtmetalle, Metalle und Legierungen von einem spez. Gew. unter 3,5, also die Alkali-, Erdalkali- und Erdmetalle.

Leichtöl, ein leichtentzündl. Brenn- und Heizöl, das bei der Destillation des Steinkohlenteers gewonnen wird.

Leichtsteine, poröse Ziegelsteine, gebundene Steine aus Leichtbeton, Korksteine und Steine aus Torfmuß mit Gips; Verwendung für Leichtwände.

Leidener Flasche, Kleistsche Flasche, älteste Form eines elektr. → Kondensators, ein innen und außen mit leitenden Belägen versehenes Glasgefäß.

Leidenfrostsches Phänomen, die Erscheinung, daß kleine Flüssigkeitstropfen, die auf eine glühende Platte fallen, vor sofortigem Verdampfen durch einen sich bildenden, schlecht wärmeleitenden Dampfmantel geschützt werden.

Leier, lat. *Lyra*, nördl. Sternbild mit dem hellen Stern α Lyrae = Wega.

Leimbau, Holz-Leimbau, eine neuere Ingenieurholzbauteile, die zur Verbindung der Hölzer Kunstharzleime verwendet. Bis zu 30 m weit gespannte Industriehallen wurden so ausgeführt. Auch werden verleimte Eisenbahnschwellen, Dach- und Deckenträger aus Vollholz, Sperrholz- oder Hartplattenstegen hergestellt.

Leime, Klebstoffe, bes. zur flächigen Verbindung von Holzbauteilen. Natürliche L. sind *Glutin-I.* (→ Glutin) in Form von Tafeln, Plättchen, Körnern und Pulvern, die bei 60–80°C verarbeitet und bes. in der Tischlerei verwendet werden, *Kasein-L.* (aus Kasein und Kalziumverbindungen), die kalt verarbeitet werden, und *Albumin-L., Pflanzen-L.,* → Kleister, → Dextrin, → Klebstoffe. Synthetische L. (Kunstharzklebstoffe) sind Polymerisations- und Polykondensationsprodukte.

E. PLATH: Die Holzverleimung (1951); K. MICKSCH: Taschenbuch der Kitte und Klebstoffe (1962).

Leimfarben, Trockenfarben, mit Leimwasser gemischt aufgetragen.

Leinöl, gelbliches bis gelbrünes, aus Leinsamen gepreßtes fettes Öl, besteht größtenteils aus Glyceriden hochungesättigter Fettsäuren (*Leinölsäure*, *Linolsäure*, $C_{18}H_{32}O_2$, *Linolensäure*, $C_{18}H_{30}O_2$), die durch Autoxydation an der Luft (z.B. in Anstrichfilmen) zu einer harzhähnlichen Masse erhärten. Durch Kochen des L. mit Mennige, Bleiglätte oder Braunerstein erhält man → Firnis. Frisches L. dient als Speiseöl; mit Kalk gemischt, wird es als *Brandliniment* (*Leintiment*) benutzt.

Leinölkitt sind pastöse Klebstoffe aus L. oder anderen nichttrocknenden Ölen mit Kreide oder Metalloxyden, die als Fensterkitt (15 % Öl und 85 % Kreide) und Dichtungskitt für Installationen und Kesselanlagen verwendet werden.

Leinwand, Leinen, Linnen, ein leinwandbindiges Gewebe, das als **Reinleinen** ganz aus Flachs- oder Flachsweergarnen, als **Halbleinen** in der Kette aus Baumwolle und nur im Schuß aus Flachs besteht. Man unterscheidet **Grobleinen**, **Feinleinen** und **Leinenbatist**, ferner **Rohleinen** und **Gebleichteinen**.

Leiste, Salleiste, Egge, Selfkante, der aus mehreren dichten Kettfäden gebildete, durch die Umkehr des Schusses entstehende feste Geweberand.

Leistung, Effekt, PHYSIK: die von einer Kraft in der Zeiteinheit geleistete Arbeit, gemessen in Erg/s oder Watt (besonders die elektr. L.): $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 10^7 \text{ erg/s}$. In der TECHNIK sehr gebräuchl. ist die Pferdestärke (PS). Es ist: $1 \text{ PS} = 75 \text{ mhp/s} = 735,5 \text{ W}$. Die mechan. L. (z. B. Motorleistung) wird häufig durch Umwandlung in elektr. Energi- oder Wärme gemessen. Die elektrische L. wird mit *Leistungsmessern* gemessen, die meist als elektrodynamisches Instrument gebaut sind. Bei Gleichstrom ergibt Stromstärke (I) $\times$ Spannung (U) die L. ($1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A} = 1 \text{ W}$), bei Wechselstrom $I \cdot U \cdot \cos \varphi$ die *Wirkleistung*, den Mittelwert der L. Um sie zu erhalten, muß das Produkt der Effektivwerte von Strom I und Spannung U , die *Scheinleistung*, mit dem Kosinus des Phasenwinkels zwischen Strom und Spannung, $\cos \varphi$, dem *Leistungsfaktor*, multipliziert werden. Ist also einem Verbraucher eine bestimmte Wirkleistung zuzuführen, dann ist der erforderl. Strom I bei gegebener Spannung U am kleinsten, wenn U und I „in Phase“ sind, d. h. $\cos \varphi = 1$ ist. Durch Verschieben des im Spannungspfad fließenden Stromes gegen seine Spannung um 90° , z. B. durch Kuntschaltung, erhält man die *Blindleistung*. Der Leistungsfaktor wird mit einem in $\cos \varphi$ geeichten Instrument gemessen, z. B. wird von zwei um 90° versetzten Feld- oder Drehspulen die eine über Ohmschen, die andere über induktiven Widerstand so an Netzspannung gelegt, daß gegeneinander wirkende, von den Phasenverschiebungswinkeln der Ströme abhängige Drehmomente entstehen. Das drehbare Organ geht als Waage in Drehmomentgleichheits-Lage. Oft enthalten *Leistungsfaktormesser* auch zwei elektrodynam. Meßsysteme, eins als Leistungsmesser, eins als *Blindleistungsmesser* geschaltet, deren bewegl. Organe gekuppelt sind.

Leiter, 1) in Steigergerät; *Baum-L.* sind meist dreibeinig und nach oben stark verjüngt. *Steh-L.* haben zwei gelenkig miteinander verbundene Ständer, so daß sie frei stehen können. *Gerüst-L.* und ihre Verbindungsteile für L.-Gerüste in der Bautechnik müssen DIN 4411 entsprechen. Die *Strick-L.* hat Seile oder Taue als Holme und Sprossen aus Holz oder Leichtmetall (*Jakobsleiter*).

2) ELEKTREITÄTSLERE: Stoffe, die den elektr. Strom leiten, in denen sich also ein elektr. Feld nur unter dauernder Energiezufuhr aufrechterhalten lässt. Es gibt Stoffe, die bei sehr tiefer Temperatur vollkommen leiten (→ Supraleitung). Zwischen den L. und den Isolatoren liegen die → Halbleiter. Je nach der Art der die Elektrizitätsleitung vermittelnden Ladungsträger unterscheidet man *Elektronenleiter* (Leiter 1. Klasse), z.B. die Metalle, oder *Ionenleiter* (Leiter 2. Klasse), z.B. die Elektrolyte.

Leitfähigkeit, 1) elektr. L., elektr. Leitvermögen, der Kehrwert des spezif. elektr. Widerstandes, gemessen in $1/\Omega \text{ cm}$.

2) Wärme-L., Wärmeleitzahl, $\rightarrow$ Wärme.

Leitkabel, ein mit Wechselstrom beschicktes Kabel längs einer Fahrstraße, bes. auf dem Grund schwer befahrbarer Gewässer, vor allem in Häfen, zum Anzeigen des Schiffswegs, versuchsweise auch in Straßen. Die vom Kabel abgestrahlten elektromagnetischen Wellen werden von einem Empfänger auf dem Fahrzeug aufgenommen. Es werden Kurs, Geschwindigkeit, Abstand u. a. überwacht.

Leitkreis, bei einer $\rightarrow$ Ellipse oder $\rightarrow$ Hyperbel ein Kreis, dessen Mittelpunkt in einem Brennpunkt des Kegelschnitts liegt und dessen Radius gleich der Hauptachse ist. Der L. kann zur Zeichnung dieser Kurven dienen.

Leitlinie, → Kegelschnitt.

Leitstrahlender, Leitstrahlfunkfeuer, Navigationshilfsmittel, die mit abwechselnd getasteten oder verschieden modulierten, sich teilweise überlappenden Richtdiagrammen arbeiten. Die Schnittlinie der Überlappungszone legt einen *Leitstrahl* fest, der einen bestimmten Kurs kennzeichnet. Zur Kenn-

Leitung – Leonard-Schaltung

zeichnung bestimmter Winkelsektoren, z. B. bei Hafeneinfahrten, werden durch L. mehrere strahlenförmig nebeneinander liegende Leitstrahlen erzeugt, die dann bestimmte Funkschneisen kennzeichnen. Eine Spezialausführung eines L. stellt das auf Flugplätzen angeordnete UKW-Landefunkfeuer dar. **Leitstrahlraketen**, → **Raketenwaffen**.

Leitung, Einrichtung zum Fortleiten von Stoffen oder Energien. Für die Zu- und Ableitung von Flüssigkeiten oder Gasen dienen → **Rohrleitungen**.

Draht-L. dienen als Wege für elektr. Energie; sie sind blanke oder isolierte Drähte, meist aus Kupfer (→ **Kabel**, → **Gummiaderleitung**, → **Freileitung**, → **Bündelleiter**, → **Koaxialleitung**). Außenleitungen sind Freileitungen und Kabel. Als festverlegte Innenleitungen werden verwendet: **Gummiader-L.** (NGA-Draht: Normen-Gummi-Ader), meist in Isolierrohr verlegt; **Rohrdrähte**, bei denen die Leiter mit einer Faser- oder Kunststoffisolation versehen und mit einem dünnen Metallrohr umgeben sind; **Bleimantel-L.** zur festen Verlegung über Putz, desgl. **Panzeradern**. Für die Unterputzverlegung eignen sich **Steg-L.**, das sind flache, gummiisolierte L., bei denen die Leiter in bestimmtem, durch einen Gummisteg festgelegten Abstände nebeneinander liegen. Als bewegliche Stromzuführungen dienen die **Gummischlauch-L.**

Leitungskreis, **Resonanzleitung**, **Leitungsresonator**, ein elektr. Schwingkreis in Form einer kurzen, beidseitig abgeschlossenen Leitung, z. B. Koaxialleitung, insbes. für Dezimeterwellen. Mehrere L. können zur Bildung von Bandfiltern gekoppelt werden. L. werden verwendet als Topfkreis in UHF-Tunern für Fernsehempfänger.

H. H. MEINKE – F. W. GUNDLACH: Taschb. d. Hochfrequenztechn. (*1962).

Leitvermögen, bei Elektrolyten die Äquivalentleitfähigkeit, → **Elektrolyse**.

Leitwerk, 1) bei der Höhen- oder Seitensteuerung eines FLUGZEUGES die der Bewegungsdämpfung dienende feste Flosse (früher Dämpfungsflosse genannt) und ein bewegliches, der Änderung der Bewegungsrichtung dienendes Ruder.

2) **FLUSSBAU**: L., **Längswerk**, **Parallelwerk**, **Deckwerk**, dammartiges Bauwerk zur Festlegung der Streichlinie eines Flusses und zur Einschränkung des Querschnitts. Zum Schutz gegen Hinterspülung, zur Förderung der Verlandung und Ausgleich des Gefälles in der Fläche zwischen L. und Ufer ist das L. durch Querbauten ans Ufer angeschlossen.

3) Bauwerk an Schleusen, beweglichen Brücken, engen Durchfahrten zur Führung einfahrender Schiffe.

Leitwert, der Kehrwert des elektr. Widerstandes, gemessen in **Siemens (S)**; $1\text{ S} = 1/\Omega$.

Leitzahl, **PHOTOGRAPHIE**: eine von der Filmempfindlichkeit abhängende, zu jedem Blitzlichtgerät gehörende Hilfszahl; mit ihr wird, in Abhängigkeit von der Entfernung zum Aufnahmegegenstand, die Öffnung der Blende ermittelt.

Lemma, mathematischer Hilfssatz.

Lenniskate, eine achtförmige → **kassinische** Kurve.

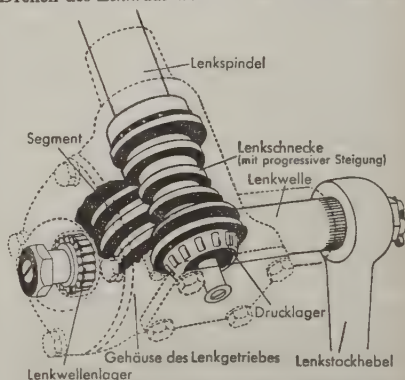
Leonograsöl, äther. Öl aus *Cymbopogon (Andropogon) flexuosus*, einer Grasart Vorderindiens, dient zur großtechn. Herstellung von → **Citral** und wird in der Seifenindustrie viel gebraucht.

Lenard-Effekt, die Entstehung elektr. Ladungen beim Zerspritzen und Zerreißen von Wassertropfen.

Lenkachsen, bei Schienenfahrzeugen solche Ach-

sen, die in ihrer Längsrichtung verschiebbar gelagert sind, so daß sie Gleiskrümmungen folgen können.

Lenkung eines Fahrzeugs wird durch Schwenken der Vorderräder bewirkt. Für Kraftwagen wurde die **Achsschenkel-L.** von BENZ 1890 eingeführt. Durch Drehen des Lenkrads werden über ein Schrauben-



Lenkung: Achsschenkel-Lenkung eines Kraftwagens

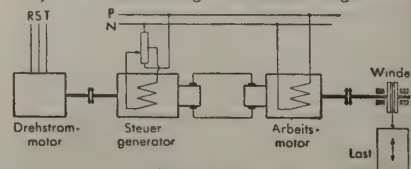
Schnecken- oder Zahnstangengetriebe und das **Lenktrapez** die Räder eingeschlagen. Die gelenkten Räder sind auf den **Achsschenkeln** gelagert, die um eine nahezu senkrechte Achse, den **Lenkzapfen**, geschwenkt werden können. Bei Betätigung der L. wird durch das Lenktrapez das kurveninnere Rad um so viel stärker als das kurvenäußere eingeschlagen, daß alle Räder mit möglichst geringem seitlichem Gleiten abrollen.

Anhänger und Fuhrwerke haben meist **Dreh-schemel-L.**: Die ganze gelenkte Achse wird um die Vertikalachse in der Fahrzeugmittelebene geschwenkt.

Für schwere Fahrzeuge (Omnibusse, Lastwagen) wird oft auch die **Hydro-L.** angewandt. Das Lenkgetriebe erhält beim Drehen des Lenkrades eine durch Ventile gesteuerte, von der Drehung der Lenkspindel abhängige hydraul. Kraftunterstützung.

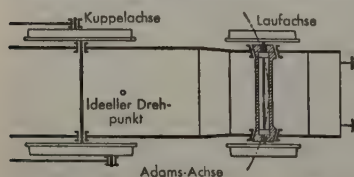
Lenzsche Regel, → **Induktion**.

Leonard-Schaltung, eine Schaltung zur verlustarmen Drehzahlregelung eines Gleichstrommotors in weitem Drehzahlbereich (WARD LEONARD, 1893). Ein fremderregter Gleichstromgenerator

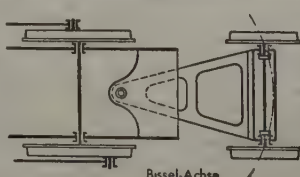


Leonard-Schaltung

(Steuer-generator) wird z. B. von einem Asynchronmotor (Drehstrommotor) mit nahezu konstanter Drehzahl angetrieben. Erregerstrom und damit Klemmenspannung des Gleichstromgenerators können zwischen zwei entgegengesetzten Maximalwerten feinstufig eingestellt werden. Mit dieser regelbaren Gleichspannung speist man den konstant erregten Arbeitsmotor, dessen Drehzahl so stufenlos vom Maximalwert in der einen Richtung über Null bis zum Maximalwert in der anderen Richtung verändert werden kann. Bei



Adams-Achse



Bissel-Achse

Lenkachsen

der ruhenden L. wird der Anker des Gleichstrommotors aus dem Drehstromnetz über gesteuerte Stromrichter mit Gleichstrom eingespeist, während die Erregerwicklung des Gleichstrommotors über Gleichrichter konstant erregt wird. Motor- oder Generatorbetrieb, also Energerichtungsumkehr, ist möglich. Anwendung der L. z. B. bei Walzenstraßen, Schachtförderanlagen, Papiermaschinen, großen Werkzeugmaschinen u. a.

Leoniden, im November auftretender Sternschnuppenschwarm, dessen Bahn mit der des ehemaligen L.-Kometen (1866 D) fast zusammenfällt.

Lepidolith, lithiumhaltiger, meist rosafarbener Glimmer, wird zur Lithiumgewinnung abgebaut.

Leptonen, die leichten $\rightarrow$ Elementarteilchen Neutrino (ν), Elektron (e^-), μ^- -Meson, sowie deren Antiteilchen: Antineutrino, Positron (e^+), μ^+ -Meson. Die L. haben den Spin $\frac{1}{2}$. Bezeichnet man mit **Leptonenzahl** die Summe aller L., wobei man jedoch die Antiteilchen negativ rechnet, so bleibt die so definierte Leptonenzahl in der Natur bei beliebigen Umwandlungsprozessen erhalten (Satz von der Erhaltung der Leptonenzahl).

lernende Automaten, techn. Systeme, deren Arbeitsweise von früheren, gespeicherten Arbeitsergebnissen abhängig gemacht werden kann in dem Sinn, einen Arbeitsprozeß zu verbessern. Das „Lernen“ kann z. B. dadurch geschehen, daß Koeffizienten von Arbeitsformeln oder von Bewertungsfunktionen nach dem Arbeitsergebnis abgewandelt (optimiert) werden. Die Verhaltensweise der I. A. kann der der lebenden Organismen sehr ähnlich gemacht werden und zu deren Verständnis beitragen.

K. STEINBUCH (Hg.): Taschenb. d. Nachrichtenverarbeitung (1962).

Lesemaschinen, $\rightarrow$ Zeichenerkennung.

Letten, tonig-schluffiges Sedimentgestein.

Letter, eine Drucktype: ein viereckiger Schriftkörper aus einer Blei-Antimon-Zinn-Legierung (**Lettermetall**), der am Kopf das Bild eines Buchstabens seitenverkehrt trägt.

G. BOHADT: Die Buchdruckletter (1954).

Leuchtbombe, eine im wesentlichen aus Magnesium, Aluminium oder anderen bei der Verbrennung stark leuchtenden Stoffen bestehende Fallschirmbombe mit Zeitzünder.

Leuchtdichte, $\rightarrow$ Photometrie.

Leuchte, Gerät zur Aufnahme von Lichtquellen (Lampen) für direkte Beleuchtung (**Tief- und Breitstrahler**), für vorwiegend direkte (mit kleinem indirektem Lichtstromanteil), für vorwiegend indirekte (mit geringem direktem Anteil) und für indirekte Beleuchtung.

Leuchtfarben, $\rightarrow$ Leuchtstoffe.

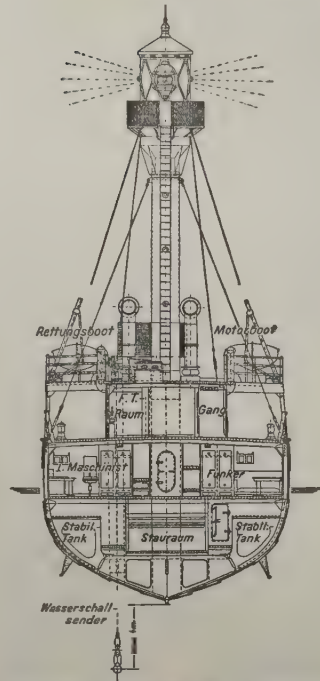
Leuchtfeuer, SEE- und LUFTFAHRT: $\rightarrow$ Leuchttürme, $\rightarrow$ Feuerschiffe, Leuchtbaken, -bojen, -tonnen in Küstengewässern, Flußläufen (auch als **Hafenfeuer**), auf Bergen, die zur Richtungsbestimmung und Leitung Leuchtsignale aussenden. Es gibt feste und unterbrochene Feuer, Blink-, Blitz- und Funkfeuer, einzeln oder in Gruppen und farbig (weiß, rot und grün), sowie Kombinationen aus diesen. Sie werden meist elektrisch, aber auch mit Stadtgas oder Petroleum betrieben. Für eine genügend große Sichtweite werden die Strahlen parallel gerichtet durch ein ringförmiges Linsensystem oder mit einem Parabolspiegel.

Leuchtgas, das $\rightarrow$ Stadtgas.

Leuchtkondensator, **Elektrolumineszenz-Lampe**, eine elektron. Lichtquelle, bei der durch ein angelegtes elektr. Wechselfeld das zwischen zwei Elektroden (deren eine durchsichtig ist) liegende Dielektrikum zum Leuchten angeregt wird. L. besitzen relativ geringe Leuchtdichte, können aber in großen Flächen ausgeführt werden und sind daher als leuchtende Decken oder Wände verwendbar.

Leuchtkraft, die in der Intensitätsskala ausgedrückte absolute Helligkeit ($\rightarrow$ absolut) von Fixsternen ($\rightarrow$ scheinbare Größe).

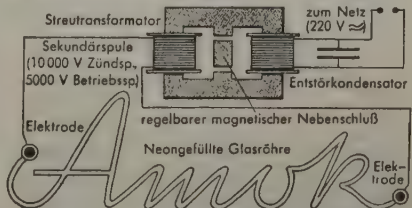
Leuchtpistole, einschüssige Pistole, aus der ein-



Leuchtfeuer: Feuerschiff Elbe I (Querschnitt)

farbige Leuchtpatronen und mehrfarbige Signaltatronen verschossen werden.

Leuchtröhre, eine $\rightarrow$ Gasentladungslampe mit Gasfüllung und kalten, nicht geheizten Elektroden, bei der das Licht der positiven Säule ausgenutzt wird. L. sind meist mit Edelgasen, hauptsächlich Neon (rotes Licht) oder Helium (rötlich-gelbes Licht) gefüllt. Durch Zusatz von Quecksilber in ein Neonrohr erhält man bläulich-weißes und bei gleichzeitiger Verwendung von gelben Glasröhren (Filterwirkung) grünes Licht. Durch Vereinigung mehrerer, durch Glaswände getrennter Entladungsräume in einer Röhre entstehen die **Mehrfarbenröhren**. Edelgas-L. dienen bes. der Werbebeleuchtung, Neonröhren wegen ihres auch bei trübem Wetter gut sichtbaren Lichts als Signalbeleuchtung, Warnlicht, Flugplatzumrandungsfeuer u. a. L. werden auch mit $\rightarrow$ Leuchtstoffen versehen.



Leuchtröhre: Schema einer Neon-Leuchtröhrenanlage

Leuchtsätze, FEUERWERKEREI: Flammsätze aus Kohlenstoffträgern, Oxydationsmitteln, färbenden Zusätzen (meist Alkali- und Erdalkalimetallsalze) und Bindemitteln.

Leuchtschaltbild, **Blindschaltbild**, eine Vereinigung von Schaltbild und Schalttafel. Durch Einbau der Befehlsschalter und Meßinstrumente in das beim L. von hinten beleuchtete Schaltbild wird

Leuchtschirm – Lias

eine gute Übersicht über den Schaltzustand elektr. Anlagen erreicht.

Leuchtschirm, eine Glas-, Pappe- oder Metallplatte, auf der ein lumineszierender Stoff aufgebracht ist (z.B. Bariumplatinzinnanhydrid, Uranylverbindungen, mit Spuren von Silber, Mangan usw., aktivierte Zinkcadmiumsulfide, Zinksilikate); dient zum Sichtbarmachen von Röntgenstrahlen, Elektronenstrahlen und ultraviolettem Licht.

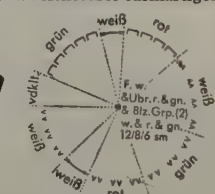
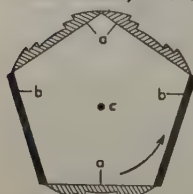
Leuchtstoffe, **Leuchtmassen**, **Leuchtfarben**, meist pigmentartige Stoffe, die der Fluoreszenz oder Phosphoreszenz fähig sind. Die **nichtnachleuchtenden** (fluoreszierenden) L. dienen der Umwandlung der auffallenden Strahlung in (meist) längerwellige. So wird z.B. die UV-Strahlung zur Lichterzeugung (→ Leuchtstofflampen) oder zu Bühneneffekten ausgenutzt. **Nachleuchtende** (phosphoreszierende) L. leuchten nach Aufhören der Bestrahlung oft lange nach, bis die durch die Anregung bewirkte innere Veränderung wieder zurückgegangen ist.

Die wichtigsten **anorganischen** L. sind: Zink- und Zinkcadmiumsulfide, die mit geringen Mengen von Schwermetallsalzen versetzt und gegläht werden (Sulfidphosphore), zahlreiche Silikate mit Mangan oder seltenen Erden als Aktivatoren, Wolframate und Molybdate der Erdalkalien, Erdalkalisulfide und -oxide, Erdalkali- und Alkalihalogenide, Nitride, fluoreszierende Gläser u. a. m. Je nach Art der zugesetzten Aktivatoren ist die Farbe der Lumineszenzstrahlung verschieden. Von den **organischen** L. ist bes. das Lumogen L. bekannt geworden. Ein L. mancher Organismen und Mikroorganismen (Leuchtkäfer, Leuchtbakterien) ist das Luziferin, das bei katalyt. Oxydation durch das Enzym Luziferase Licht ausstrahlt. Durch Aufbringen von L. auf die innere Röhrenwand wird die Lichtfarbe und Lichtausbeute von Gasentladungslampen verbessert.

Leuchtstofflampe, röhrenförmige → Gasentladungslampe mit Quecksilber-Niederdruckfüllung, bei der die Innenwand des Entladungsröhres mit → Leuchtstoffen bedeckt ist, die durch die Ultraviolettstrahlung der Entladung zum Leuchten angeregt werden. Die Lampen werden mit aufheizbaren Elektroden zum Betrieb am 220-V-Wechselstromnetz gebaut. Ein Zündgerät sorgt für Heizung der Elektroden im Nebenschluß zur Gasstrecke; durch plötzl. Unterbrechung des Nebenschlusses entsteht eine Spannungsspitze, die die Zündung der Lampe bewirkt.

Leuchttonne, **Leuchtboje**, schwimmendes faßartiges Seezeichen mit ständig brennender Leuchte, dient zur Bezeichnung des Fahrwassers oder von Wracks (grüne L.).

Leuchtturm, ein weithin sichtbares turmartiges



Leuchtturm: links Schema eines Drehfeuers; a Gürtellinsen, b Blenden, beide um die Lichtquelle c drehend. Rechts Bezeichnung eines Leuchtfuers in Seekarten; F. = Festfeuer; Ubr. = Unterbrechung; Blz. = Blitz; Grp. = Gruppe; w. = weiß; r. = rot; gn. = grün; sm = Angabe der Sichtweiten; vdklt. = verdunkelter Sektor.

Seezeichen an für die Schifffahrt wichtigen Punkten der Küste, auf Inseln oder bes. gefährvollen Untiefen. Zur Kennzeichnung bei Nacht erhält der L. ein starkes → Leuchtfeuer, zusätzlich oft auch Funkmeßanlagen, Einrichtungen für Nebel- u. Sturmwarn-, Schiffs-melde-, Wetter- und Seenotdienst.

Tags ist er durch seine nach Farbe und Form bestimmte **Kenntnis** als Ansteuerungs-marke kenntlich. Als Lichtquellen dienen elektrische Bogen- oder Glühlampen sowie Gaslicht. Das Licht wird durch Fresnel-Linsensysteme (Gürtellinsen) gesammelt, zuweilen auch durch Scheinwerfer. Regelmäßige Unterbrechungen werden mit mehreren Linsensystemen erzeugt, die sich durch Uhrwerksantrieb an einer lotrechten Achse um die Lichtquelle drehen. Farbige Licht wird durch vorgeschaltete Farbgläser erzielt. Zur Betätigung von Blink-, Blitz- und Funkfeuern dienen uhrwerkbetätigte Blenden.

Leuchtturm: Schnitt durch den Leuchtturm Alte Weser

Leukobasen, **Leukoverbindungen**, meist wasserlösliche Verbindungen, die aus vielen organ. Farbstoffen durch Reduktion entstehen, meist unter Anlagerung von zwei Atomen Wasserstoff, und die durch Oxydation z.B. mit dem Sauerstoff der Luft wieder in den unlöslichen Farbstoff übergehen.

Leuzin, eine → Aminosäure. **Leuzit**, $KAlSi_3O_8$, ein weißes, in Ikositetraedern kristallisierendes, oberhalb 605°C kubisches Mineral basischer Ergußgesteine, bes. der Laven.

Levacar, **Levapad**, ein in Entwicklung befindliches, schienengebundenes Bodeneffekt-Fluggerät (→ Luftkissen-Fahrzeug). Stützplatten greifen um den Schienenkopf mit einem engen Spalt, in den vom Fahrzeug her Hochdruckluft geblasen wird. Das so entstehende Luftkissen trägt und führt seitlich den L., der durch Luftschraube oder Strahltriebwerk angetrieben wird.

Lezithine, die zu den Lipiden gehörenden Monoaminophosphatide, die sich aus α-Glycerinphosphorsäure, Fettsäuren und Cholin zusammensetzen. L. sind in jeder Zelle enthalten und finden sich in großer Menge im Eidotter (9%), im Fischrogen (3 bis 9%) und im Gehirn (2–3%), in kleinerer Menge in der Milch (0,05%), der Butter (0,15–0,17%), dem Blut und den Nerven. Physiologisch haben die L. deshalb große Bedeutung, weil sie, oft in Verbindung mit Eiweißen als **Lipoproteine**, in den Grenzschichten der Zellen als **Lipidmembran** wirken.

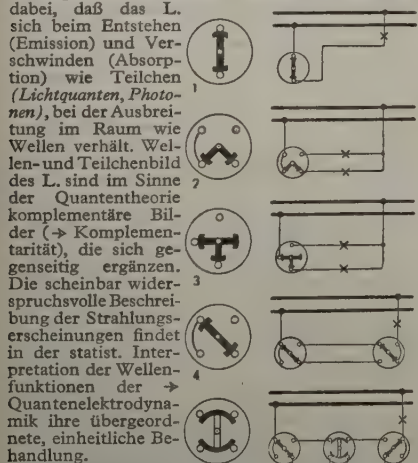
Li, chem. Zeichen für → Lithium.

Lias, → Erdschichte.

Libelle, Wasserwaage, Instrument zum Prüfen der waagerechten oder senkrechten Richtung einer Ebene; besteht aus einer innen tonnenförmigen, außen zylindr. Glasröhre (*Röhren-L.*) oder einer runden Glasdose (*Dosen-L.*) mit Skala und ist bis auf eine kleine Gasblase mit Alkohol oder Äther gefüllt. Die Gasblase steht bei horizontaler Lage der L. genau in der Mitte.

Licht, PHYSIK: eine Strahlung, die sich im leeren oder homogenen mit Materie erfüllten Raume geradlinig ausbreitet. Von Körpern, auf die sie trifft, wird sie mehr oder weniger stark verschluckt ($\rightarrow$ Absorption), durchgelassen oder zurückgeworfen ($\rightarrow$ Reflexion), wobei sie ihre Farbe ändern kann. Gebündeltes weißes L. wird durch ein Glasprisma abgelenkt ($\rightarrow$ Brechung) und in mehrere L.-Bündel verschiedener Farbe zerlegt, die aus dem Prisma in verschiedenen Richtungen austreten ($\rightarrow$ Dispersion). Durch eine Linse können die vom Prisma getrennten L.-Bündel wieder zu weißem Licht vereinigt werden. Das Verhalten von L.-Strahlen wird in der *geometr. Optik* behandelt.

Über die geometr. Beschreibung hinaus führen die Interferenzerscheinungen des L. ($\rightarrow$ Interferenz). Ihnen zufolge muß das L. als *Wellenvorgang* aufgefaßt werden. Die Erscheinung der $\rightarrow$ Polarisation erweist das L. als *transversale* Schwingung. Den verschiedenen Farben entsprechen Wellen verschiedener Wellenlänge, z. B. dem Rot eine Wellenlänge von etwa $0,65 \mu$, Grün $0,54 \mu$, Blau $0,46 \mu$. Die Grenzen des sichtbaren L. liegen etwa bei $0,40 \mu$ am violetten und bei etwa $0,75 \mu$ am roten Ende des Spektrums. Die physikal. Eigenschaften des L. werden durch die *Maxwellsche Theorie* in den größeren Zusammenhang der elektromagnet. Erscheinungen eingeordnet; danach ist das sichtbare L. nur der kleine Ausschnitt aus der Skala der $\rightarrow$ elektromagnetischen Schwingungen, für den unser Auge empfindlich ist. Man spricht daher in erweitertem Sinne auch von (unsichtbarem) *Ultrarot-L.*, *Ultraviolett-L.*, *Röntgen-L.* Diese Theorie gibt u. a. auch eine zwingende Erklärung des Lichtdruckes und der Polarisation; erker trägt sie der physikal. Bedeutung der $\rightarrow$ Lichtgeschwindigkeit Rechnung. Über die elektromagnet. Wellentheorie des L. hinaus führen manche Experimente, nach denen dem L. *korpuskulare Eigenschaften* zugeschrieben werden müssen. Es zeigt sich



Lichtenanlage, alle fest verlegten Vorrichtungen, die zur elektr. Beleuchtung erforderlich sind.

Für zentral mit Strom versorgte Anlagen dient heute fast

Lichtenanlagen: Schalter und Schaltungen; 1 Ausschalter, 2 Gruppenschalter, 3 Serienschalter, 4 Wechselschalter, 5 Kreuzschalter. In den zugehörigen Schaltungen bedeuten $\times$ die Lichtquellen.

nur Wechselstrom von 220 V Spannung und einer Frequenz von 50 Hz. Glühlampen von 110 oder 220 V ist selten. Bei $\rightarrow$ Glühlampen ist die Stromart gleichgültig. $\rightarrow$ Gasentladungslampen und $\rightarrow$ Leuchtstofflampen sind nur mit Wechselstrom benutzbar. Durch besondere Schaltungen mit den zugehörigen Schaltern werden eine oder mehrere Lampen von einer oder mehreren Stellen aus wahlweise ein- und ausgeschaltet (*BILD*). Ferner $\rightarrow$ Leitung, $\rightarrow$ Sicherung, $\rightarrow$ Schalter, $\rightarrow$ Fassung, $\rightarrow$ Steckdose.

Lichtäquivalent, die einem Lichtstrom von 1 Lumen entsprechende elektr. Leistung in Watt = etwa $0,00144$ Watt ($\rightarrow$ Photometrie).

Lichtausbeute, das Verhältnis des von einer Lichtquelle abgegebenen Lichtstroms (in Lumen, lm) zur Leistungsaufnahme der Lichtquelle (in Watt, W); kennzeichnet die Wirtschaftlichkeit der Lichtquelle: z. B. Kohlenfadenlampe $3-5 \text{ lm/W}$, Doppelwendelglühlampe $10-25 \text{ lm/W}$, Quecksilber-Hochdrucklampe $34-40 \text{ lm/W}$, Natriumdampflampe 40 bis 65 lm/W , Leuchtstofflampen $28-50 \text{ lm/W}$, Xenon-Hochdrucklampe $25-30 \text{ lm/W}$.

Lichtbogen, *Bogenentladung*, $\rightarrow$ Gasentladung. **Lichtbogenofen**, $\rightarrow$ Industrieofen.

Lichtbogenverfahren, $\rightarrow$ Elektroerosion. **Lichtdruck**, 1) $\rightarrow$ Licht, $\rightarrow$ Strahlungsdruck.

2) **REPRODUKTIONSTECHNIK**: ein Flachdruckverfahren zur Wiedergabe von Halbtonen. Auf eine mattierte Glasplatte wird eine Gelatineschicht aufgebracht, mit Ammonbichromatlösung lichtempfindlich gemacht und bei 50°C getrocknet, worauf die Oberfläche ein feines „Runzelkorn“ zeigt. Nach Belichten unter einem Negativquellen die einzelnen Teile der Schicht in Wasser verschieden stark und stoßen in gleichem Maße feste Druckfarbe verschieden stark ab. Durch vorsichtiges Einwalzen entsteht so eine Druckform, die alle Schattierungen und Einzelheiten wiedergibt. Der L. ist zur Wiedergabe von Originalgemälden das edelste Druckverfahren, jedoch nur für niedrige Auflagezahlen geeignet.

lichte Höhe, **lichte Weite**, $\rightarrow$ lichte Maße. **Lichteinheit**, die Einheit der Lichtstärke, bis 1947 in Deutschland die *Hefnerkerze (HK)*, in Frankreich und den angelsäch. Ländern die *International Kerze*. Ab 1948 wurde die *Neue Kerze (NK)* international eingeführt; sie ist durch das Übereinkommen festgelegt, daß die Leuchtdichte des $\rightarrow$ schwarzen Körpers bei der Temperatur des erstarrten Platins (2042°K) den Wert 60 Stib haben soll. 1949 wurde die *Neue Kerze* in *Candela (cd)* umbenannt. Die Zahlenbeziehung zwischen HK und cd ist von der Farbe der Lichtquelle abhängig:

Bei der Lichtfarbe einer	ist $1 \text{ cd} =$
Kohlenfadenlampe	$1,107 \text{ HK}$
Vakuum-Wolframglühlampe	$1,140 \text{ HK}$
gasgefüllten Glühlampe ...	$1,162 \text{ HK}$

lichtelektrischer Effekt, die Lösung von Atomelektronen aus ihrem Bindungszustand durch Lichtquanten, bes. der äußere I.E. (*Photoeffekt, Hallwachsseffekt*). Er wird z. B. beobachtet, wenn ultraviolettes Licht auf eine Zinkplatte trifft oder wenn im Hochvakuum Metallelektroden mit dünnen Überzügen aus Alkalimetall von sichtbarem Licht getroffen werden ($\rightarrow$ Photozelle). Aus der von LEONARD beobachteten Tatsache, daß die Maximalenergie der austretenden Photoelektronen proportional mit der Frequenz ν des Lichtes zunimmt, erschloß 1905 EINSTEIN sein bekanntes *photoelektr. Gesetz*, nach dem die Lichtenergie in „Quanten“ ($h \nu$ = Plancksche Konstante) transportiert wird.

Andere I.E. treten auf, wenn elektromagnet. Wellen bestimmte Kristalle (Zinksulfid, Diamant, Kadmiumsulfid) treffen, die im Dunkeln sehr gute Isolatoren sind. Durch die Bestrahlung wird einzelnen Kristallelektronen Energie zugeführt, die ihnen erlaubt, sich nun fast wie freie Teilchen im Kristallverband zu bewegen (*innerer I.E.*). Dadurch erhält der Isolator plötzlich eine kleine elektr. Leitfähigkeit. Dieser Effekt wird in den techn. Selenphotoelementen ausgenutzt.

Lichtelektrische Zelle – Lichtraumprofil

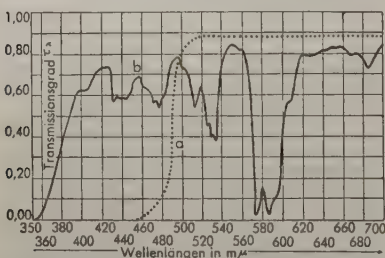
A. SOMMERFELD: Atombau und Spektrallinien, 1 (1960); W. FINKELNBURG: Einf. i. d. Atomphysik (1962).

Lichtelektrische Zelle, → Photozelle.

Lichte Maße, **lichte Höhe**, **lichte Weite**, die nutzbaren inneren Abstände zwischen den Begrenzungen einer Öffnung oder eines Raumes; die lichte Weite eines Rohres ist sein innerer Durchmesser.

Lichtempfindliche Gläser enthalten relativ kleine Mengen an bestimmten Metallen, meist Gold, Silber oder Kupfer, sowie Sensibilisatoren. Wird derartige Glas mit ultraviolett Licht bestrahlt und dann einer Wärmebehandlung unterzogen, bilden sich an den bestrahlten Stellen kolloidale oder auch größere Teilchen aus, deren Farbe vom Metall abhängt. Bei schwacher Belichtung oder unvollständiger Wärmebehandlung wird eine schwache Trübung des Glases erzielt. In Abhängigkeit vom Grundglas und der Wärmebehandlung zeigen belichtete und unbelichtete Bereiche eines l. G. verschieden starke Widerstandsfähigkeit gegen Reagenzien. Diese Eigenschaft ermöglicht z. B. die Herstellung sehr feiner Siebe dadurch, daß eine grobe Vorlage verkleinert auf eine Platte aus l. G. abgebildet, fixiert und danach ausgelugt wird.

Lichtfilter, **Farbfilter**, Vorrichtung zur Schwächung oder Veränderung der Zusammensetzung einer Lichtstrahlung, meist unter Ausnutzung der Lichtabsorption, im allgem. klar durchsichtige Körper wie Farbgläser, Gelatine- oder Kunststoffolien (**Lichtschutzfolien**), klare Flüssigkeiten in Glasküvetten (**Küvetten**). Nur lichtschwachend wirken **Neutrafilter**, die alle Spektralbereiche des Lichtes gleichmäßig beeinflussen. Eine Veränderung der Strahlungszusammensetzung wird durch selektiv absorbierende **Farbfilter** bewirkt. Die Wirkung von L. wird durch die spektrale Transmissionskurve (**Durchlässigkeitskurve**) beschrieben. Zu den auf Absorption beruhenden L. gehören auch die Sonnenschutz- und Schweißbrillen, Gelbfilter für



Lichtfilter (spektrale Transmissionskurven): a strenge Gelbfilter für photogr. Zwecke; b Neophan-Brille graublau (50 % Absorption).

Photographie, Farbscheiben für Bühnenbeleuchtung, Signale, UV-Filter und Infrarotfilter. – Zur Aussonderung bes. enger Spektralgebiete verwendet man **Interferenz-L.** aus halbdurchläss. Spiegeln, die in geringem Abstand so aufeinandergekittet sind, daß sich die direkt durchgehenden Lichtstrahlen mit den zweimal reflektierten überlagern und gegenseitig auslöschen. Ferner → Polarisation.

Lichterbergung, → Kolloidierungsverfahren.

Lichtgeschwindigkeit, c , eine der wichtigsten Fundamentalkonstanten der Physik. Als Geschwindigkeit des Lichts, allg. der elektromagnet. Wellen, ist sie nicht nur die größtmögliche Signalgeschwindigkeit, sondern auch eine nicht erreichbare Grenzgeschwindigkeit für den Transport von mechanischer, d. h. Bewegungsenergie, oder allgemein für bewegte Massen. Jede Masse m enthält eine ihr äquivalente Energie der Größe mc^2 (EINSTEIN 1905). Die erste Messung der L. glückte 1676 OLAV RÖMER durch Beobachtung von scheinbaren Anomalien in den Verfinsterungen der Jupitermonde. Aus den besten neueren Messungen ergibt sich für die L. im

Vakuum als gewogenes Mittel der Wert $c = 299\,793,0 \pm 0,3$ km/s. → Überlichtgeschwindigkeit.

Lichtgleichung, die an der astronom. Beobachtungszeit anzubringende Korrektur, die die durch die Bewegung um die Sonne verursachten Änderungen in der → Lichtzeit bei den Körpern des Planetensystems berücksichtigt.

Lichthof, 1) BAUTECHNIK: ein von Gebäudeteilen allseitig umschlossener Hof (mit Glasdach) oder Schacht (**Lichtschacht**), durch den das Tageslicht in die anliegenden Räume gelangen soll.

2) PHOTOGRAPHIE: Überstrahlungen von stark auf schwach belichtete Stellen des photograph. Bildes, die ähnlich wie atmosphärische Halos durch Streuung des Lichtes in der photograph. Schicht oder durch Reflexion an dem Schichtträger entstehen können.

Lichtjahr, die Strecke, die das Licht in einem Jahr zurücklegt, das sind 9,461 Billionen km. 1 L. = 63 275 astronom. Einheiten = 0,3068 Parsec.

Lichtkuppel, ein- oder mehrschalige Kuppel aus Acrylglas oder glasfaserverstärktem Polyesterharz mit Aufsatzkranz aus Beton, Zinkblech oder Kunststoff, auch mit Lüftungsklappe oder Dachausstieg, zur Belichtung von Räumen unter Flachdachern.

Lichtleiter, gerader oder gekrümmter Stab mit kreisförm. Querschnitt aus Polymethakrylsäureester zur nahezu verlustfreien Fortleitung eines Lichtstrahls durch fortwährende Totalreflexion in seinem Innern.

Lichtmaschine, am KRAFTFAHRZEUG vom Motor angetriebener Gleichstromgenerator, der den Strom für die Ladung der Batterie und die übrigen elektr. Verbraucher liefert. Ein Regler hält die Spannung der Maschine in weiten Grenzen unabhängig von der Belastung und der Motordrehzahl und verhindert die Überladung der Batterie. Die L. wird auch mit der Zündanlage, dem Anlasser oder beiden zusammengebaut (**Lichtmagnetzunder**, **Lichtbatterie-zunder**, **Lichtanlasser**, **Lichtanlaßzunder**).

Lichtmenge, → Photometrie.

Lichtmühle, → Radiometer.

Lichtpause, Kopie einer Vorlage (meist Zeichnung auf Transparenzpapier) auf ein festes Papier (gebleichte Sulfid- und Sulfatzellstoffe) oder eine Transparenzfolie, die mit billigen lichtempfindl. Stoffen getränkt sind (Eisensalze, Diazoverbindungen). Beim **Eisenblaudruck (Blaupause)** wird schwach geleimtes Papier mit Ferriammoniumziträt und Ferrizyanalkal getränkt und dann getrocknet. Beim Belichten entsteht Turnbulls-Blau. Durch Wässern wird der unbelichtete lichtempfindl. Stoff herausgelöst, so daß weiße Linien auf blauem Grund entstehen. Bei der neueren **Diazotypie** werden Diazoverbindungen während der Belichtung zersetzt. Beim Entwickeln kuppelt sich die unzersetzte Diazoverbindung in Gegenwart eines Alkalis mit in der Schicht vorhandenem Phenol so zu einem Farbstoff (blau, rot, braun, schwarz), daß farbige Linien auf weißem Grund entstehen. Zum Entwickeln werden bei den **Trockenpapieren** gasförmiges Ammoniak, bei den **Entwicklungspapieren** Sodälauge benutzt.

Lichtplatte, eine transparente, leichte Kunststoffplatte aus Polyesterharz, in die feinste Glasfasern eingebettet sind. Die L. wird in verschiedenen Farben, meist gewellt, auch als **Lichtband** hergestellt. Sie ist undurchsichtig, läßt jedoch bis zu 92% des Lichts hindurch und verteilt es blend- und schattenfrei.

Lichtpunktabtaster, **Lichtstrahlabtaster**, FERNSEHEN: ein Bilderleger, bei dem ein Lichtstrahl das zu übertragende Bild abtastet.

Lichtquanten, **Photonen**, masselose → Elementarteilchen, die korpuskularen Träger des Lichts. Bei einer Schwingungszahl ν trägt ein L. die Energie $h\nu$ und den Impuls $h\nu/c$ (h = Plancksche Konstante, c = Lichtgeschwindigkeit). Die Ruhmasse des L. ist genau Null.

Lichtraumprofil, EISENBAHN: die Umgrenzungslinie des Raumes über den Gleisen, der für die gefahrlose Benutzung der Gleise durch die Eisenbahnfahrzeuge frei zu halten ist. Das L. ent-

hält die Umgrenzung der Fahrzeuge und einen gewissen Spielraum. In Krümmungen wird es wegen Überhöhungen der Gleise und überragender Enden der Fahrzeuge vergrößert. Für die freie Strecke und für Bahnhöfe gibt es je 1 L.

Lichtrelais, ein lichtelektr. Relais, das mit Hilfe von Stromschwankungen den Lichtstrom einer konstanten Lichtquelle steuert und so die Stromschwankungen in Helligkeitsschwankungen umwandelt. In der Bildtelegraphie wird als L. häufig das träge Saitengalvanometer, bei der Tonfilmaufnahme (Lichttonverfahren) die Kerrzelle verwendet.

Lichtschacht, → Lichthof.

Lichtschranke, Strahlenbündel aus sichtbarem oder unsichtbarem (ultrarotem) Licht, das auf eine Photozelle trifft. Die bei Unterbrechung des Strahlenbündels auftretende Änderung des Photozellenstromes löst eine Alarmvorrichtung aus oder steuert einen Stromkreis (z. B. automat. Anfahren einer Fahrtrappe). L. dienen zur unsichtbaren Überwachung von Anlagen und in Verbindung mit Zählwerken zur automat. Zählung.

Lichtsignalanlagen, elektroopt. Einrichtungen zur Übermittlung visueller Nachrichten von beschränktem Informationsinhalt durch elektr. Lichtquellen. Zu den L. gehören u. a. → Leuchtfahrer, Schienenbahn-Signale (→ Signaltechnik), Straßenverkehrssignale, Kommandoanlagen in lärmgefüllten Räumen, Lichtrufanlagen, Personensuchanlagen, Wanderschrift-Anlagen. – Als Geber benutzt man Drucktasten, Schalter oder automat. Kontaktvorrichtungen. Zur Anzeige dienen Glühlampen ohne oder mit transparenten Schutzkappen, für Verkehrssignale meist mit Fresnel- oder Stufenlinsen. **Lichtrufanlagen** werden benutzt, wo geräuschlose Signalgabe erwünscht ist (Krankenhäuser, Hotels, Büros usw.), oder wo starker Lärm die Wahrnehmbarkeit akust. Signale beeinträchtigen würde (Maschinenhallen, auf Hängebänken usw.). **Personensuchanlagen** dienen dazu, Betriebsangehörige jederzeit und überall anzurufen und besitzen als Anzeigeorgane oft L., bes. Lampentablos oder Lampenkombinationen oder Uhren mit ferngesteuertem Zeiger. Für die opt. Übermittlung beliebig vieltelliger Zahlen dienen Leuchtwechselzahlen. Bei **Wanderschrift-Anlagen** ist das ganze Anzeigefeld ausgefüllt mit dicht nebeneinander stehenden Glühlampen, die je mit einem Kontaktstift eines Kontaktfeldes verbunden sind. Über diese Kontakte werden Buchstabenabklonen aus Metall oder Lochkarten geschoben, die bewirken, daß alle Stromkreise für eine dem Buchstaben entsprechende Lampenkombination geschlossen werden.

Lichtspeicher, → Optron.

Lichtspieltechnik, → Filmtechnik.

Lichtstärke, 1) → Photometrie. 2) **ANGEWANDTE OPTIK**: das Verhältnis des Durchmessers der wirk-samen Öffnung eines Objektivs zur Brennweite.

Lichtsteuergeräte werden in der TONFILM-TECHNIK verwendet, um Mikrofonströme in veränderliche Lichtströme umzuwandeln. Beim **Intensitätsverfahren** steuert eine Lichtschleuse oder → Kerrzelle die Helligkeit des durch einen Spalt begrenzten Lichtbündels. Bei bewegtem Film entsteht dabei eine leiterähnliche Aufzeichnung, die Sprossenschrift. Beim **Transversalverfahren** wird die Länge der Ausleuchtung des Spaltes geändert, beispielsweise mit Hilfe eines schwingenden Spiegels (Licht-hahn, Spiegeloszillograph); es entsteht die Zackenschrift (→ Filmtechnik, BILD 1).

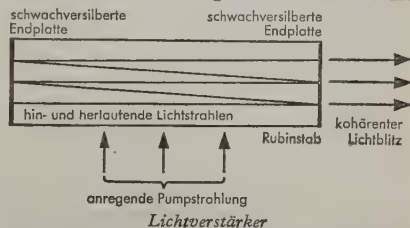
Lichtstrom, → Photometrie.

Lichttechnik gliedert sich in: 1) **Leuchttechnik**, d. i. die Technik der Lichterzeugung im weitesten Sinne; 2) **Technik der Lichtanwendung**, vor allem die Beleuchtungstechnik (→ Beleuchtung), aber auch die Technik der Leuchtverwertung und der → Lichtsignalanlagen; 3) **Technik der Lichtbewertung**, also vor allem die Meßtechnik (→ Photometrie) sowie die Bewertung von Licht und Beleuchtung nach physiologischen und psychologischen Gesichtspunkten.

Lichttonverfahren, ein bes. beim Tonfilm be-

nutztes Verfahren zur photograph. Aufzeichnung von Schallwellen, → Lichtsteuergeräte.

Lichtverstärker, 1) **Laser**, aus dem → Molekularverstärker entwickelte Lichtquelle, besteht aus einem festen, flüssigen oder gasförmigen aktiven Material (z. B. Cr+++dotierter Rubin), das von einer Lichtquelle hoher Leistung (z. B. Xenon-Lampe) bestrahlt wird (optisches Pumpen). Die Endflächen des Laser-Materials sind eben und stark verspiegelt, zwischen ihnen wird die Strahlung hin- und herreflektiert und tritt schließlich durch die eine Endfläche aus. Die Wirkungsweise des L. beruht darauf, daß im aktiven Laser-Material metastabile Energieniveaus existieren, die bei Bestrahlung gefüllt werden. Unter Einwirkung der eingestrahelten Energie ist ein einzelner Rekombinationsvorgang infolge der „erzwungenen Emission“ in der Lage, eine Vielzahl von Übergängen vom metastabilen Niveau zum Grundzustand auszulösen. Eine Verstärkung tritt aber nur für das



Lichtverstärker

zwischen den beiden planparallelen Endflächen hin- und herreflektierte Strahlungs-bündel ein. Die austretende Strahlung ist sehr streng parallel, räumlich und zeitlich kohärent, monochromatisch und von außerordentlich großem Strahlungsfluß. – Im Brennpunkt einer in den Laser-Strahl gestellten Linse entstehen aussergewöhnlich hohe Feldstärken, die auch hochschmelzende Metalle verdampfen können; damit lassen sich auch feinste Löcher in härteste Werkstoffe bohren. Eine bevorzugte Anwendung wird der L. in der Nachrichtentechnik finden, da eine kohärente Strahlung im sichtbaren und nahen infraroten Spektralgebiet eine große Frequenzbandbreite besitzt und die Laser-Emission bei günstiger Bündelungs- und Modulationseigenschaft in ein „Fenster“ der Durchlässigkeit der Atmosphäre gelegt werden kann. – In neuerer Zeit wurden Laser entwickelt, bei denen andere Festkörper oder Gasgemische (z. B. He+ + Ne+) statt des Rubins benutzt werden und die nicht mehr Lichtblitze, sondern kontinuierliches Licht ausstrahlen. L. für das infrarote Spektralgebiet werden auch *Iraser* genannt.

2) Kombination aus Photowiderstand und Elektrolumineszenz-Zelle zur optoelektronischen Lichtverstärkung (bis 100fach).

Lichtwandler, Gerät zur Umwandlung von ultrarotem Licht oder Röntgenstrahlen in sichtbares Licht, im wesentlichen eine Schaltung aus Photowiderstand und → Elektrolumineszenz-Zelle.

Lichtwechsel, die bei den veränderlichen Sternen (→ Doppelsternen), Planeten und Kometen beobachteten regelmäßigen oder unregelmäß. Veränderungen in den scheinbaren Helligkeiten. Der L. wird in Form einer **Lichtkurve** dargestellt, die die Helligkeit in Abhängigkeit von der Zeit ausdrückt.

Lichtweg, optische Weglänge, das Produkt aus dem Weg eines Lichtstrahls in cm und der Brechzahl des Mediums.

Lichtwert, PHOTOGRAPHIE: eine Hilfszahl (1 bis 20) zum Einstellen der erforderl. Belichtungszeit und Blende (des Belichtungswertes) bei automatischen Kamerasverschlüssen. Der L. ist von der Filmeempfindlichkeit abhängig, er wird vom Belichtungsmesser angezeigt. Die Änderung des L. von einer Zahl zur nächsten heißt, daß der Belichtungswert verdoppelt oder halbiert, oder die Belichtungszeit verdoppelt oder halbiert, oder die Filmeempfindlich-

keut um $3/10^\circ$ Din geändert wurde. Bei linearer Teilung lassen sich nunmehr Blenden und Belichtungszeitkalen automatisch zur Lichtwertskala koppeln.

Lichtzählrohr, Zählrohr mit durchsichtigem Fenster, das auf Lichtquanten anspricht, also zum Messen von Lichtintensitäten geeignet ist. Aufbau und Füllung entspricht den Zählrohren für Gamma-Quanten.

Lichtzeit, Aberrationszeit, die Zeit, die das Licht benötigt, um von einem Himmelskörper zur Erde zu gelangen. Die L. der Sonne in mittlerer Entfernung beträgt 8 min 18,72 s. Beobachtungen innerhalb des Sonnensystems müssen verbessert werden (*Lichtgerichte*), wenn der Abstand sich während der Beobachtungszeit verändert hat. Bei Sternen dient die L. als Maß für die Entfernung ($\rightarrow$ Lichtjahr).

Liebig, Justus (von), Chemiker (TAFEL Naturforscher und Erfinder), * 1803, † 1873, Prof. in Gießen und München, schuf die Grundlagen der modernen chem. Laboratoriumsausbildung an den Hochschulen und hat auf allen Gebieten der Chemie Grundlegendes geleistet: Ausbau der theoret. Chemie und Schöpfung der Agrikulturchemie, Verbesserung der Ernährung (Fleischextrakt). Er entdeckte Chloral und Chloroform und schuf neue Verfahren der Analyse.

Liegendes, BERGBAU: die Schichten unter einer Lagerstätte, deren geologisch jüngste *Basis* heißt; das $\rightarrow$ Hangende ist geolog. jünger als die Lagerstätte.

Lift, der $\rightarrow$ Aufzug.

Lift-Slab-Methode, in den Verein. Staaten entwickelte, 1947 erstmalig angewandte Bauweise für Decken. Die Decken werden in ihrer ganzen Größe auf der Kellerdecke betoniert, wobei Säulen, Treppenschächte u. a. ausgespart, Kanalisations-, Heizungs- und Elektrizitätsleitungen vielfach schon vor dem Heben (*lift*) angebracht werden. Die armierten Betondecken werden an Führungssäulen mit hydraul. Hebevorrichtungen in die vorgesehenen Stockwerkshöhen gebracht.

Ligand, $\rightarrow$ Komplexverbindung.

Lignin, mit etwa 30 % Bestandteil der verholzten Faser von Nadel- und Laubböhlzern. L. enthält Guajakyl- und Syringylreste und hat eine aromatisch-aliphatische Struktur mit Hydroxyl- und Methoxylgruppen; letztere bilden bei der trockenen Destillation des Holzes Methylalkohol. Verwendung z. B. über *Ligninsulfosäure* zur Vanillinherstellung.

Lignit, junge, noch holzige Braunkohle.

Lignozerinsäure, Kerasinsäure, n-Tetrakosansäure, $C_{24}H_{48}O_2$, eine der Fettsäuren der $\rightarrow$ Zerebroside des Gehirns.

Lilienthal, Otto, Ingenieur, * 1848, † 1896, führte seit 1891 mit selbstgebaute Fluggerät als erster Gleitflüge über mehrere 100 m Länge aus, die für die Entwicklung des Flugwesens von größter Bedeutung waren. 1896 stürzte er bei einem Flugversuch in den Stöhlner Bergen tödlich ab.

Limes, $\rightarrow$ Grenzwert.

Limnisch heißen Ablagerungen aus Binnenseen; Gegensatz: *marin*.

Limonen, Citren, Carven, $C_{15}H_{24}$, ein Terpen-Kohlenwasserstoff, als d-L. Hauptbestandteil des Orangenschalenöles, Zitronen- und Kümmelöles, als l-L. des Edeltannenöles.

Limosit, $\rightarrow$ Brauneisenstein.

Linac, Linear accelerator, Linearbeschleuniger.

Linalool, *Rosenholzöl*, ätherisches Öl aus *Linaloeholz* (*Bursera petchiana* und *Ocotea caudata*). Der Hauptbestandteil ist Linalool, $C_{10}H_{18}O$, ein Terpenalkohol (über 80 %), der auch im Koriander-, Bergamotte-, Neroli-, Spik-, Lavendel- und Ylang-Ylang-Öl vorkommt. L. riecht sehr angenehm und wird in der Parfümerie viel verwendet.

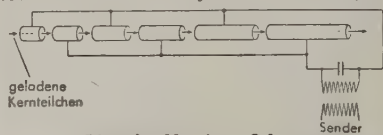
Linalylazetat, der Essigester des Linalools ($\rightarrow$ Linalool), Ersatz für Bergamotte- und Lavendelöl.

Linde, Carl von, Ingenieur, * 1842, † 1934, Prof. in München, erfand 1876 die Ammoniakältemaschine und 1895 ein Verfahren zur Verflüssigung von Gasen im Gegenstromapparat.

Lineal, 1) ein Hilfswerkzeug zum Zeichnen. *Kurven-L.* haben so gekrümmte Kanten, daß sich die häufigsten Kurvenformen vorfinden oder leicht zusammensetzen lassen. Für schwach gekrümmte Kurven dienen *Straaklatten*, schmale Holzstreifen, die gebogen und durch aufgestellte Gewichte festgehalten werden. 2) ein Stab aus Stahl mit rechteckigem Querschnitt zum Anreißen gerader Linien, Prüfen von Kanten und Flächen auf Geradheit oder Ebenheit und zu Ausrichtarbeiten ($\rightarrow$ Haarlineale).

linear heißt ein Polynom, eine Funktion, eine Gleichung oder dgl., wenn die Unbestimmten in der 1. Potenz auftreten. *Bilinear, trilinear*, ... heißen derartige Ausdrücke mit 2, 3, ... Unbestimmten, wenn sie in jeder dieser Unbestimmten unabhängig von den anderen linear sind.

Linearbeschleuniger, Gerät zur Beschleunigung geladener atomarer Teilchen auf gerader Bahn. Für Protonen und andere schwere Kernpartikel ordnet man eine Reihe von zylind. Elektroden (BILD)



Linearbeschleuniger: Schema

hintereinander an, die abwechselnd mit den beiden Kondensatorbelegungen eines elektr. Schwingungskreises verbunden sind, der von einem starken Zentimeterwellen-Sender gespeist wird. Bei bestimmter Frequenz des Wechselfeldes und bestimmten Rohrlängen durchfliegen die Teilchen immer während der Beschleunigungsphase die Bereiche zwischen den Feldelektroden und gewinnen so jedesmal Energie. Bei n Elektroden läßt sich optimal eine $(n-1)$ -fache Teilchenenergie gegenüber dem Fall zweier einzelner Elektroden erreichen.

L. für Elektronen beruhen darauf, daß man mit einem Magnetron einen sehr intensiven Kurzwellenimpuls durch einen metall. Hohlzylinder so hindurchführt, daß sich eine zur Rohrachse parallele elektr. Feldkomponente ausbildet, und daß weiter die Gruppengeschwindigkeit dieses Wellenpakets kleiner ist als die Lichtgeschwindigkeit. Ein in das Rohr eingeschlossenes Elektron wird dann von dem axial gerichteten Feld erfaßt und während seines ganzen Fluges von ihm beschleunigt.

Line Scan Tube, die Zeilenabstrahlröhre, wie das Ikonoskop, Orthikon, Vidicon.

Linie, 1) MATHEMATIK: gleichbedeutend mit Kurve.

2) SCHIFFFAHRT: gleichbedeutend mit $\rightarrow$ Äquator.

3) altes Längenmaß, etwa 2 mm.

Liniengeometrie, von PLÜCKER begründet, geht statt von Punkten von geraden Linien als den Grundelementen aus und legt diese durch *Linienkoordinaten* fest. Anwendung in der Mechanik (Stabwerke). W. BLASCHKE: Projektive Geometrie (*1954).

Linienriß, Darstellung der äußeren Schiffsförm durch Schnittlinien des Schiffskörpers mit 3 Gruppen von je unter sich parallelen Ebenen. Senkrechte, längsschiffs verlaufende Ebenen ergeben die eine Gruppe von Schnitten, von denen der in der Symmetrieebene liegende *Längsschnitt* genannt wird. Zur Wasseroberfläche parallele waagerechte Ebenen ergeben in der Wasseroberfläche die *Konstruktionswasserlinie* (KWL), darunter die Wasserlinien, darüber die Hilfswasserlinien. Senkrechte Ebenen querschiffs ergeben die *Konstruktionspantzen*.

Linkrusta, auf festes Papier gepreßte, reliefartig gemusterte Linoleummasse, abwaschbare Wandbekleidung.

Link-Trainer, ein Übungsgerät für Flugschüler, bes. benutzt zur Vorschulung im Blindflug, im wesentl. ein mit vollständiger Steuerung und allen Flug- und Triebwerküberwachungsgeräten ausgestatteter Flugzeugführerraum. Von außen her werden beliebige Flugzustände und Störungen der Fluglage vorgetäuscht, die der Schüler durch entsprechende Steuerbewegungen ausgleichen muß.

Linoleum, Korkteppich, dauerhafter, elastischer, fußwarmer und hygienischer Belagstoff für Fußböden, Wände, Tische usw. aus Leinölfirnis, Kork, Harzen und Farbstoffen, auch Sojabohnenöl. Zur Herstellung wird Leinöl mit einem Zusatz von bleihaltigen Chemikalien zu einem Firnis verkocht und dieser durch Herabrieselnlassen an eng gehängten Nesselbahnen durch die Einwirkung des Luftsauerstoffs oxydiert, wobei durch die täglich ein- bis zweimalige Wiederholung des Vorganges und durch die etwa 2monatige Dauer am Gewebe eine daunen- dicke, feste, bernsteinklare Masse, das **Linoloxyn**, entsteht, das zwischen Walzen gemahlen und, mit Kollophonium und wenig Kopal belagocht, das kautschuk- artige zähe Bindemittel **Linoleumzement** ergibt. Nach Abkühlung und Lagerung wird die Masse in Knet- und Mischmaschinen mit gemahlenem Kork oder Holzmehl und Farben innig vermischt. Das körnige Gemisch wird dann zwischen heißen Walzen oder Preßblöcken auf oder in ein Jutegewebe gepreßt. Danach folgt eine Färbung der Rückseite und ein 4 Wochen dauernder Trockenprozeß.

Korkent, in der Hauptsache aus Kork auf Jute- gewebe bestehend, wird in 4 mm Stärke als Unter- lage für L. und andere Belagstoffe benutzt. Die Schichtseite wird auf den Unterboden geklebt, so daß bei anschließender L.-Verlegung Juteseite auf Juteseite kommt.

Linolschnitt, Verfahren zur Herstellung einer Druckform durch Schnitt in Linoleum, ähnlich dem Holzschnitt.

Linon, feinfädiges, leinwandbindiges Baumwoll- gewebe mit leinenartiger Glanzappretur auf der rechten Wareseite.

Linotype, eine Zeilengußsetzmaschine (→ Setz- maschine).

Linse, 1) GEOLOGIE: linsenförmige, nach allen Richtungen rasch ausklingende Einschaltung in Schichtgesteinen oder kristallinen Schiefen mit abweichender Zusammensetzung.

2) OPTIK: ein Körper aus Glas, seltener Kunststoff oder Kristall, der von zwei Kugelflächen, einer Kugel- fläche und einer Platte oder von einer oder zwei asphärischen Rotationsflächen begrenzt wird. L. dienen zur opt. → Abbildung. L., hinter denen ein paralleles Strahlenbündel vereinigt wird (konvergiert), heißen **Sammel- L.**, solche, hinter denen es auseinanderstrebt (divergiert), **Zerstreuungs-L.** Zum Aus- gleich von Abbildungsfehlern werden L. zu **optischen Systemen** zusammengefaßt.

Für opt. Instrumente wer- den L. **gefaßt**, d.h. im Fas- sungsring festgekittet oder durch einen Vorschraubring oder einen Sprengring ge- halten. In der Feinoptik dient dazu die Fasserbank, bei der Fassung und L. umlaufen können. → fein- optische Fertigung.

Linters, kurze, unverspinnbare Schutzhaare des Baumwollsamens, die als Baumwollzellstoff für die Herstellung von Chemiefasern nach dem Kupfer- und Azetatverfahren dienen.

Liparit, saures junges Ergußgestein.

Lipasen, fettspalende → Enzyme. Die Wirkung der L. wird durch Gallensäuren gefördert.

Lipide, aus dem Engl. übernommene Bez. für Lipode.

Lipide, im Tier- und Pflanzenkörper vorkom- mende, äußerlich fettähn. Substanzen, zu denen die Wachse, Phosphatide, Zerebroside, Sterine und die Karotinoide gehören. Die L. sind lebenswichtige Stoffe für den Organismus. In der Oberflä- chenschicht jeder Zelle bilden die L. infolge ihrer ge- ringen Oberflächenspannung eine **Lipidmembran** und beeinflussen wesentlich die an der Zellperi- pherie sich abspielenden elektrischen und osmoti- schen Vorgänge.

Lissajousche Figuren bilden sich bei Über-

lagerung von zwei in zueinander senkrechten Rich- tungen verlaufenden periodischen Bewegungen. Ihre Form hängt vom Frequenzverhältnis $\omega_1 : \omega_2$ und vom Phasenun- terschied $\varphi_1 - \varphi_2$ der beiden erzeu- genden Bewegun- gen ab (BILD).

Liter, abgek. l, ein von der Meterkonvention 1901 interna- tional vereinbartes Hohlmaß, gleich dem Volumen von 1 kg luftfreien Wassers bei sei- ner größten Dich- te (760 Torr, 3,98°C). 1 l = 1,000028 dm³.

Lithergol, → Rakete.

Lithium, Li, chem. Element aus der Gruppe der Alkalimetalle; Ordnungszahl 3, Massenzahlen 7, 6, Atomgewicht 6,939; Schmelz- punkt 186°C, Siedepunkt 1372°C, Dichte 0,534 g/cm³. Vorkommen: L.-Mineralien sind auf der ganzen Erde verbreitet, enthalten aber nur bis zu 4 % L. Die wichtigsten sind: Lepidolith, Spodumen, Petalith, einige Turmaline. Spuren von L. finden sich in Meerwasser und verschied. Mineralwassern. Ge- diegenes L. kommt in der Natur nicht vor. L. wird dargestellt durch Elektrolyse eines Gemisches seiner Salze L.-Bromid und L.-Chlorid. Die Verbindungen des L. entsprechen ganz denen des → Natriums. Technisch wichtig ist L.-Hydrid, das bei Wasserzu- satz Wasserstoff entwickelt und deshalb in Wasser- stoffherzeugern (zur Füllung von Luftballonen od. dgl.) verwendet wird. Sonstige Verwendung haupt- sächlich in Legierungen. Geringe Zusätze von L. verbessern u. a. die mechan. Eigenschaften von Alumi- nium und Blei sowie die Korrosionsbeständigkeit von Magnesium. Eine Legierung aus L., Magnesi- um, etwas Silber, ist bei brauchbaren Korrosions- und Festigkeitseigenschaften (spezifisch) leichter als Wasser.

Lithogenese, die Entstehung der Gesteine.

Lithographenkalk, feinstkörniger Plattenkalk des höchsten Weißen Jura der Fränkischen Alb (Sohnhofen).

Lithographie, der → Steindruck.

lithophile Elemente, die die → Lithosphäre zu- sammensetzenden Elemente mit großer Affinität zu Sauerstoff: K, Na, Ca, Mg, Al, Fe, Si, Ti, Zr, Y, die selteneren Erden und Sn, V, W, U, Nb.

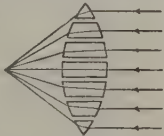
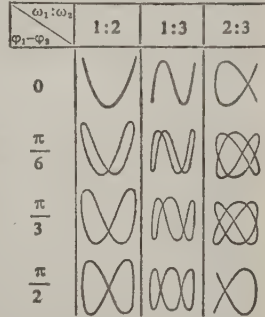
Lithopone, eine weiße, gut deckende Mineral- farbe; chemisch ein Gemisch aus Zinksulfid und Bariumsulfat. L. wird durch Füllen aus Lösungen von Zinksulfat und Bariumsulfid erhalten.

Lithosphäre, die im Durchschnitt etwa 60 km dicke äußere Silikatschale der Erde mit der Dichte 2,8.

ln, Abk. für den natürlichen → Logarithmus.

Löbbehobel (TAFEL Bergbau), Gerät zur mecha- nischen Kohलगewinnung im Steinkohlenbergbau, besteht aus **Hobelschlitten** und **schwenkbarem Oberteil** mit verstellbaren Hobelmessern. Er wird mit einer Geschwindigkeit von rd. 0,4 m/s und einem An- druck von rd. 1,5 t mit seilt. Zwangsführung durch das Fördermittel am Kohlenstoß entlang gezogen und schält hierbei einen 5–15 cm breiten Streifen von der Kohle ab, die unmittelbar in das Förder- mittel fällt. Der Andruck wird über das Fördermittel durch Druckluft bewirkt.

lochen, früher **lochstanzen**, durchbrechen, FERTI- GUNGSTECHNIK: Herstellen von Löchern in Werk- stücken aus Blech, Leder, Folie usw. durch Heraus- nehmen des Werkstoffs in einem Stück. Kleinere Löcher in weichen Werkstoffen stanzen die **Loch-**



Linse: der Strahlen- gang einer Linse wird dadurch verständlich, daß man sie sich aus lauter Prismen auf- gebaut denkt.

zange und das *Locheisen*, in Papier der *Locher*. Löcher beliebiger Größe in den verschiedensten Werkstoffen werden mit der *Lochstanz* (*Lochschnitt*) hergestellt, die auf einer Presse eingespannt wird. In der Schmiede werden Löcher auch auf der *Lochplatte* geschlagen.

Löchertheorie, eine von DIRAC entwickelte Theorie, in der die Positionen als „Löcher“ in der dicht aufgefüllten „Diracschen See“ der negativ geladenen Elektronen aufgefaßt werden.

Lochkarte, eine Karte, in der Kennzeichen und Zahlenwerte durch Lochungen eingetragen werden. Die häufigste Ausführung enthält 80 senkrechte Spalten. Einzellöcher oder Lochpaare kennzeichnen durch ihre Lage innerhalb der Spalte eine Ziffer 0 bis 9 oder einen Buchstaben. Die Spalten können willkürlich zu Zahlen oder Buchstabengruppen zusammengefaßt werden. Der Kartenaufdruck dient nur zur Prüfung der Lochungen. L. mit zusätzlichen schriftl. Vermerken heißen *Verbundkarten*.

Lochkartenmaschinen, *Hollerithmaschinen* (HOLLERITH, 1880), sind Buchungsmaschinen für kaufmännische, statistische und wissenschaftliche Rechnungen, bei denen die zu verarbeitenden Zahlen in L. niedergelegt sind; sie erledigen in großen Wirtschaftsunternehmen nahezu vollständig die Buchhaltung und Betriebsstatistik. Die L. werden von einem Stapel nacheinander in die Maschine eingegeben, Finger fühlen die gelochten Werte ab und leiten sie zu den Rechen- und Sortiervorrichtungen. Das geschieht elektrisch über Kabel, Stecksnüre und Elektromagnete oder mechanisch über Kuppelungsstangen und Drahtzüge. Die *Sortiermaschine*

zwölfstellige Zahlen, und ein Schreibwerk mit bis zu 100 nebeneinander liegenden, beliebig zusammenfassbaren Schreibstellen für Ziffern und Buchstaben. Die von einer L. abgefügten Zahlen können den Rechenwerken und dem Schreibwerk zugeleitet werden, danach können mehrere Querübertragungen zwischen den Rechenwerken ablaufen, schließlich können die berechneten Zahlen vom Schreibwerk in Tabellenform aufgeschrieben und in neue L. eingestanzet werden. Buchstabenlochungen gestatten, zwischen die Rechenergebnisse vollständige Texte zu schreiben. Welchen Weg Buchstaben und Zahlen zwischen L., Rechenwerken, Schreibwerk und Stanzer nehmen und in welcher zeitlichen Folge, ist bei elektr. Maschinen auf einer Stecktafel (*Schnellschalter*), bei mechan. Maschinen in einer *Leitkammer* festgelegt, die für verschiedene Rechenaufgaben leicht ausgewechselt werden können. Arbeitsgeschwindigkeit bis zu 9000 Karten je Stunde.

Der *Rechenlocher* dient zum Multiplizieren, in manchen Ausführungen auch zum Dividieren. Er entnimmt die beiden miteinander zu verrechnenden Zahlen einer L. und locht das Ergebnis in die gleiche Karte. – Weitere Hilfsmaschinen sind *Lochprüfer*, *Lochkartenbeschrifter*, *Kartenmischer*. Locher mit *Markierungsfühler* fühlen Bleistift-Strichmarken auf der Karte ab und lochen die Karte danach. Zum Abfühlen wird die elektr. Leitfähigkeit des Graphits oder die Verdunklung einer Photozelle ausgenutzt.

Elektronische L.-Maschinen erledigen ohne zusätzl. Zeitaufwand mit den Zahlen aus jeder L. ein ganzes Rechenprogramm aus 60 bis 120 Rechenoperationen ähnlich den programmgesteuerten Rechenautomaten.

Lochprobe, WERKSTOFFPRÜFUNG: Zur Feststellung der Formänderungsfähigkeit werden Probestreifen mit einem kegelförmigen Dorn gelocht und der kleinstmögliche Abstand des Loches vom Rand ermittelt, der sich ohne Einreißen des Werkstoffes erzielen läßt.

Lochstreifen, ein gelochtes Band, meist aus Papier, zum Steuern von Telegraphenapparaten, Rechengernäten, Werkzeugmaschinen usw. Jede Lochgruppe einer Zeile bedeutet in festgelegter Verschlüsselung einen Buchstaben, eine Zahl, einen Rechenbefehl oder einen Arbeitsgang der Maschine.

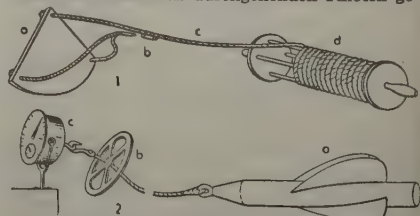
Lochzirkel, *Innentaster*, METALLBEARBEITUNG: ein Meßzeug, ähnlich einem Zirkel, mit nach außen abgekrümmten Spitzen, zur Prüfung oder Übertragung von Bohrungs- und Innenabstands-Maßen.

Loden, in Tuch- oder Körperbindung hergestelltes meliertes Streichgangewebe aus Wolle oder Halbwolle (Tirteyorden), für Wettermäntel, Jagd- und Sportanzüge. *Melton-L.* hat wolliges Aussehen, *Strich-L.* eine „in Strich gelegte“ Haardecke.

Log, *Logge*, ein Gerät zum Messen der Geschwindigkeit von Schiffen. Das *Hand-L.* besteht aus einem mit Blei beschwerten Brettchen in Form eines Viertelkreisausschnittes, das an der *Logleine* vom Heck ins Wasser geworfen wird. Die in gleichen Abständen durch Knoten markierte Leine läuft der Fahrgeschwindigkeit entsprechend ab, wobei mit Hilfe des *Logglases*, einer Sanduhr, in 14 s durch die Hand des Messenden durchgehenden Knoten ge-

Sektion	Betrieb Nr.	Gef. Tarif Nr.	Jahr d. Unfalls	res. Zeilg.	Sektion Nr.
0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9
1	2	4	6	8	10
		12	14	16	18
			20	22	24
				26	

Teil einer *Lochkarte*, eine Rentenzahlung betreffend. Sektion 02 = Schlüsselzahl der Sektionsverwaltung; Betr. Nr. 0203923 = Nummer des Unfallbetriebs; Gef. Tarif 0071 = Schlüsselzahl des Gewerbszweiges; Jahr des Unfalls 54 = Jahr des Unfalls; Sektion Nr. 02/54/03328 = Aktenzeichen der Sektionsverwaltung. bringt einen Kartenstoß in gewünschte Ordnung: Nur eine der L.-Spalten wird abgefühlt, je nach der enthaltenen Lochung (Ziffernlochung 0 bis 9, Zusatzlochung 11 oder 12) wird die Karte in das entsprechende Fach (0 bis 12) abgelegt. Nach mehrziffrigen Zahlen sortiert man in mehreren Durchläufen erst für die Biner, dann für die Zehner usw., ähnlich nach Buchstabenkennzeichen. Bei Sortiermaschinen für statist. Zwecke kann man die Karten je Fach zählen oder Karten mit mehrziffrigen Merkmalen in einem Durchlauf aussortieren. Arbeitsgeschwindigkeit 8000–30000 Karten je Stunde. – *Tabelliermaschinen* enthalten mehrere addierende und subtrahierende, manchmal auch multiplizierende Rechenwerke (Zählwerke), z. B. 10 Werke für



Log: 1 Handlog; a Logscheit (unten mit Blei beschwert), b Hülse und Holzpflock (durch Ruck an der Leine lösbare Verbindung, um das Log leicht einholen zu können), c Logleine, d Handrolle, e Knoten. 2 Patentlog; a Schraube, b Schwungrad, c Zählwerk.

zählt werden. Ihre Zahl entspricht der Anzahl der Samen je Stunde. Das *Patentlog* ist ein Schraubenpropeller, dessen Umdrehungen über ein Räderwerk als zurückgelegter Weg auf einem Zifferblatt angezeigt werden. Mit einem L. kann nur die Geschwindigkeit durchs Wasser, nicht die über Grund gemessen werden.

log, Abk. für den dekadischen $\rightarrow$ Logarithmus.

Logarithmus, MATHEMATIK: Der *Briggsche* oder *dekadische L.* der Zahl 100 (*Numerus* des L.), $\log 100$, ist der Exponent derjenigen Potenz von 10 (*Basis* des L.), die gleich 100 ist: $10^{\log 100} = 100$; wegen $10^3 = 100$ ist also $\log 100 = 2$. Analog ist z. B. $\log 1000 = 3$, also $\sqrt[3]{10} = \frac{1}{2}$, allgemein $\log x = a$, wenn $10^a = x$ (z. eine positive Zahl). Da für das Rechnen mit Potenzen die Regel $10^{a+b} = 10^a \cdot 10^b$ gilt, kann man durch *Logarithmieren* (Aufsuchen des L.) die Multiplikation auf die Addition zurückführen. Wie jede analyt. Funktion ist auch der L. durch eine unendliche Reihe darstellbar; solche Reihen benutzt man zur *prakt. Berechnung* von L., indem man die Reihenentwicklung nach einer genügenden Anzahl von Gliedern abbricht.

Für positive reelle Zahlen x gibt es *Logarithmentafeln*, in denen die L. jeweils mit einer gewissen Genauigkeit angegeben sind, z. B. vier bis zehn oder mehr Stellen nach dem Komma. Die Zahlen nach dem Komma in $\log x$, z. B. $\log 2 = 0,30103$, bezeichnet man als *Mantisse* von $\log x$, die Zahl vor dem Komma als *Kennziffer* von $\log x$. Multiplikation von x mit 10 bedeutet Vermehrung der Kennziffer von $\log x$ um 1, z. B. $\log 20 = 1,30103$.

Auch zu andern Basen kann man L. bilden. Von besonderer Bedeutung sind dabei die L. zur Basis e , die so gewählt ist, daß $\frac{d e^x}{d x} = e^x$ für alle x richtig ist

($\rightarrow$ Differentialrechnung). $e = 2,71828 \dots$ ist ein Näherungswert für diese Zahl. Man nennt die L. zu dieser Basis *natürliche L.* und bezeichnet sie im Unterschied zu den dekadischen durch $\ln x$. Sie spielen in der reinen Mathematik eine weit wichtigere Rolle als die L. zur Basis 10, die wiederum für die prakt. Rechnungen von größerer Bedeutung sind.

Zu einer befriedigenden Einsicht in die Natur der L. gelangt man erst in der *Funktionentheorie*, die auch für negative und, allgemeiner, für alle komplexen Zahlen z L. definiert.

Lohsträger, ein Fachwerkträger, dessen Ober- und Untergrute durch Hängestäbe verbundene Fachwerke sind.

lokale Nebelgruppe, eine selbständige, zusammengehörige Gruppe von etwa 15 nahen Sternsystemen, die mit der $\rightarrow$ Milchstraße eine lokale Verdichtung in dem allgemeinen Feld der Nebel bilden. Zu ihr gehören der Andromedanebel und die beiden Magellanschen Wolken.

Lokomobile, eine fest mit dem Dampfkessel verbundene Dampfmaschinenanlage. L. werden meist mit Ein- oder Zweizylinder-Heißdampfmaschinen ausgeführt ($\rightarrow$ Dampfmaschine), mit einer Dauerleistung bis 900 PS.

Lokomotive, Lok, Zugmaschine der schienengebundenen Bahnen. Der auf dem Laufwerk ruhende Rahmen trägt das Triebwerk und den übrigen Aufbau. Das Laufwerk umfaßt Lauf- und Treibachsen. Bei Dampftrieb sind die letzteren gekuppelt. Bei geringer Achsenzahl werden die Achsen im Rahmen fest gelagert. Bei zunehmender Zahl gekuppelter Achsen wird die notwendige Kurvenläufigkeit erreicht durch: Schwächen oder Fortlassen des Spurkranzes; Seitenverschiebbarkeit; Verwendung von Hohlachsen, die sich mit den Rädern seitlich verschieben und schräg stellen können und über eine hindurchgesteckte, im Rahmen gelagerte, gekuppelte Achswelle angetrieben werden; Lutternöller-Antrieb, bei dem die radial einstellbare Endkuppelachse über Zahnräder von der Nachbar-

Kuppelachse angetrieben wird; $\rightarrow$ Beugnotgestell. Laufachsen werden kurvenläufig gebaut als $\rightarrow$ Lenkachsen; ferner $\rightarrow$ Drehgestell.

ANTRIEB. Die *Dampf-L.* erzeugt den Dampf durch Verbrennung fester oder flüssiger Brennstoffe in einem $\rightarrow$ Dampfkessel. Ihr Triebwerk ist im wesentlichen eine $\rightarrow$ Dampfmaschine, deren Kraft über Treib- und Kuppelstangen auf die angetriebenen Achsen übertragen wird. Zum Ausgleich der umlaufenden Massen erhalten die Räder Gegengewichte. Der Hinterkessel ist ein Stehkessel, in den die wasserumspülte Feuerbüchse mit der Feuer- tür eingebaut ist. Durch den Langkessel ziehen sich die Heiz- und Rauchrohre; in den Rauchrohren von größerem Querschnitt liegen die Überhitzer- rohrschlangen. Auf dem Langkessel sitzen der Dampfdom und meist noch der Speisedom, oft hinter dem Überhitzer ein Heißdampfregler. Im Speisedom wird das Speisewasser in den Dampf- raum eingeführt und zerstäubt. $\rightarrow$ Blasrohr. Durch die Windleitbleche beiderseits der Rauchkammer wird das Niederschlagen von Dampf und Rauch vor den Fenstern des Führerhauses verhindert. Moderne L. arbeiten fast ausschließlich mit über- hitztem Dampf (Heißdampf).

Dampfgetriebene *Schnellzug-L.* haben Treibrad- durchmesser von 1800–2000 mm, in der Regel drei Kuppelachsen, vorauslaufendes Laufdrehgestell und teilweise hintere Laufachse; *Personeuzug-L.* 1500 bis 1750 mm Treibraddurchmesser, drei oder vier Kuppelachsen, vorauslaufendes Drehgestell oder Lauf- achse und teilweise hintere Laufachse; *Güterzug-L.* 1250 bis 1600 mm Treibraddurchmesser, bis zu sechs Kuppelachsen und vordere, seltener auch hin- tere Laufachse; *Verschiebe-L.* 1000–1100 mm Treib- raddurchmesser, drei bis fünf Kuppelachsen und in der Regel keine Laufachsen. *Schleppender-L.* führen im Tender größere Kohlen- und Wasservorräte für längere Streckenfahrten mit; *Tender-L.* haben die Kohlen in Kästen an der Führerhausrückwand und das Wasser in Behältern beiderseits des Kessels und innerhalb des Rahmens. *Gelenk-L.* besitzen mehrere gelenkig miteinander verbundene Triebgestelle.

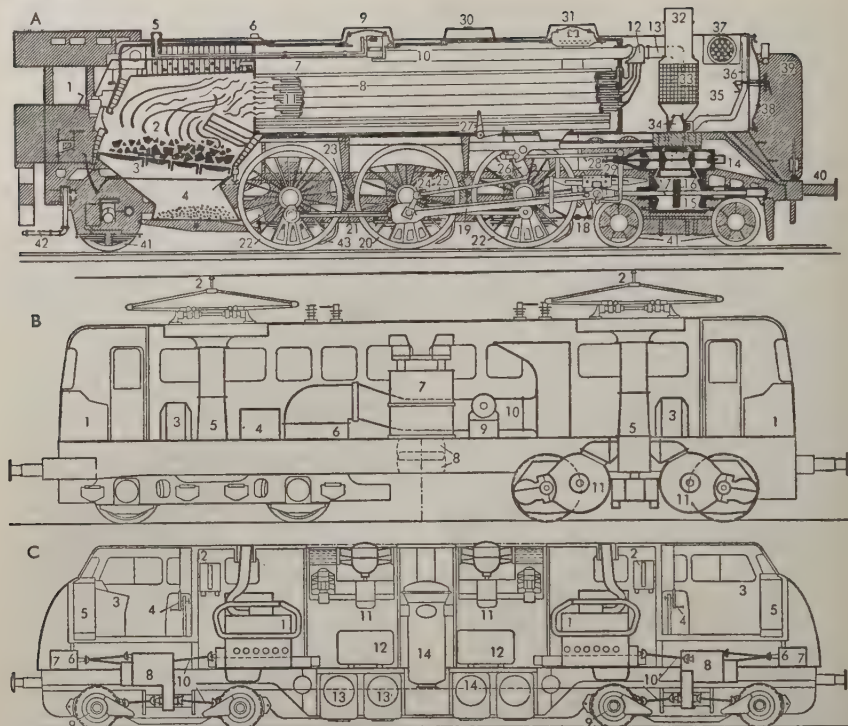
Turbo-L. verwenden eine Dampfturbine, die über ein Zahnradgetriebe und eine Blindwelle die Kup- pelachsen antreibt. Bes. in England und den Verei- n. Staaten werden *turbo-elekt.* L. großer Lei- stung gebaut, bei denen in turbinengetriebenen Generatoren der Strom für Elektro-Fahrmotoren erzeugt wird.

Feuerlose Dampf-L. (z. B. in größeren Werken) haben einen zu 80–90 % mit Wasser gefüllten zylind. Kessel, in den aus einem ortsfesten Kessel Dampf eingeführt und das Kesselwasser auf etwa 200°C (entsprechend 12–14 atü) erhitzt wird. Bei Dampfabnahme siedet das Wasser, der neu ent- stehende Dampf wird zum Antrieb benutzt.

Die *elekt.* L. erhält den Strom unmittelbar mit besonderer Leitung oder Schiene über Stromabneh- mer oder mittelbar durch Speicherung in Akkumu- latoren-Batterien. Die heutigen elekt. L. haben Einzelachsantrieb. Der direkte Antrieb (Tatzantrieb) ist wegen der Beanspruchung von Oberbau, Motor und Zahnrädern nur für Geschwindigkeiten bis etwa 90 km/h und für Leistungen bis etwa 750 kW je Achse verwendbar. Durch Zwischenschalten von Hohlwellen, Gelenken, Federn oder auch Gummi- elementen wird eine bewegl. und sichere Dreh- momentübertragung von einem im Rahmen ge- lagerten Motor auf die Achse erreicht. Die größte Verbreitung hat die meist mit Kollektormotoren be- triebene Einphasen-Wechselstrom-L. für 16½ Hz gefunden. Der Strom wird aus der Fahrleitung mit 15000 Volt Spannung vom Stromabnehmer mit Kohleschleifstücken entnommen. Er fließt über einen Hauptschalter mit Höchststrom- und Null- spannungsauslösung in die Hochspannungswicklung des Transformators und von dort durch die Schie- nen zur Speisestelle zurück. Im Transformator wird der Fahrdrathstrom in den wesentlich stärkeren Motorenstrom mit regelbarer Spannung von 0 bis 600 V umgewandelt. Die Spannungsabstufung wird



Lohsträger



Lokomotive: A Aufbau einer Dampflokomotive. 1 Führerhaus, 2 Feuerbüchse, 3 Rost, 4 Aschkasten, 5 Dampfpfeife, 6 Sicherheitsventil, 7 Kessel mit Wasserfüllung, 8 Rauchrohre, 9 Dampfdom, 10 Dampfleitungsrohr, 11 Überhitzerrohre, 12 Sammelkasten für überhitzten Dampf, 13 Dampfzuleitungsrohr zum Schieberkasten, 14 Steuerung (Schieberkasten mit Kolbenschieber), 15 Zylinder, 16 Kolben, 17 Kolbenstange, 18 Kreuzkopf, 19 Treibstange (Pleuelstange), 20 Treibrad, 21 Kuppelstange, 22 Kuppelräder, 23 Bremsen, 24 Gegenkurbel, 25 Schwingenstange, 26 Kulis mit Schwingen, 27 Verstellhebel für Umsteuerung, 28 Schieberstange, 29 Vorellhebel, 30 Sanddom für Sandstreuer, 31 Speisewasserdamp, 32 Schornstein, 33 Funkenfänger (ein Drahtsieb), 34 Blasrohr, 35 Rauchkammer, 36 Abdampfrohr, 37 Speisewasservorwärmer, 38 Rauchkammertür, 39 Windleitblech, 40 Puffer, 41 Laufräder, 42 Druckluftleitung, 43 Sandstreuer. B schematischer Schnitt durch eine elektr. Lokomotive. 1 Führerstand, 2 Stromabnehmer, 3 Zusatzspanner, 4 Batterie, 5 Vertikal-lüfter für Fahrmotoren, 6 Ölkühler, 7 Hauptumspanner, 8 Hilfsluftbehälter, 9 Motorluftpumpe, 10 Lüfter für Ölkühler, 11 Fahrmotoren. C Schematischer Schnitt durch eine Diesellokomotive. 1 Dieselmotoren, 2 Kraftstoffbetriebsbehälter, 3 Führerstand, 4 Handbremsräder, 5 Apparteschranke, 6 Lüftergeneratoren, 7 Licht-anlaßmaschinen, 8 Flüssigkeitsgetriebe, 9 Achstriebe, 10 Gelenkwelle, 11 Kühler, 12 Speisewasserbehälter, 13 Kraftstoffbehälter, 14 Heizkessel und Heizöl.

ermöglicht durch mehrere Anzapfungen der Niederspannungswicklung des Transformators, aus denen mit Hilfe eines Stufenschaltwerks die gewünschte elektr. Leistung entnommen und damit die Geschwindigkeit geregelt werden kann. In Verbindung mit den durchweg verwendeten Hauptstrommotoren ist auf diese Weise eine fast stetige und verlustlose Regelung der Antriebsleistung möglich. Der Transformator hat außerdem noch Anzapfungen für den Betrieb der Hilfsmaschinen (meist 220 V) und für die Zugheizung (800 und 1000 V). Die meisten elektr. L. haben Fernsteuer-einrichtung, durch die über ein Kabel entweder eine zweite unbemannte L. mitgesteuert oder die L. von einem Steuerwagen aus ferngesteuert werden kann.

Akkumulatoren-L. werden für den Verschiebedienst vor allem in feuergefährdeten Betrieben und in Bergwerken verwendet. Bei ihnen erhalten die Fahrmotoren den Strom aus starken Akkumulatoren-Batterien, die nach Entladung aus einer ortsfesten Stromversorgungsanlage neu aufgeladen werden.

Akku-elektrische L. sind sowohl für Akkumulatoren- wie für Fahrleitungsbetrieb eingerichtet und

werden im Verschiebedienst auf Bahnhöfen verwendet, deren Nebengeleise z.T. nicht mit Fahrleitungen versehen sind.

Die **Brennkraft-L.** wird durch Dieselmotoren, Vergasermotoren oder auch durch Gasturbinen angetrieben. Von diesen hat die **Diesel-L.** die größte Verbreitung gefunden und in den Ländern mit Erdölvorkommen die Dampf-L. weitgehend verdrängt. Um den Motor im Leerlauf anlassen, dann auf die Treibachsen schalten und deren Drehzahl mit der notwendigen Feinheit regeln zu können, wird bei den heutigen Diesel-L. die Kraft über Zahnradstufengetriebe, Flüssigkeitsgetriebe, elektr. Strom oder Druckluft vom Motor auf die Achsen übertragen. Zahnradstufengetriebe mit einem Wechselgetriebe für Fahrtrichtungswechsel werden für Leistungen bis etwa 500 PS und für einfache Betriebsverhältnisse verwendet. Die Treibachsen werden entweder über eine Blindwelle mit Stangen oder durch Ketten angetrieben. Die Getriebe haben 3 oder 4 Übersetzungsstufen. Flüssigkeitsgetriebe sind für die einwandfreie Übertragung auch großer Leistungen entwickelt worden und werden bei den

neuen 800, 2000 und 3000 PS-Diesel-L., der Dt. Bundesbahn verwendet. Bei ihnen sind die Treibachsen in besonderen Drehgestellen gelagert und werden von den Motoren über Flüssigkeitsgetriebe und gegebenenfalls noch über Verteilergetriebe mit Kegelrad-Achstrieben unter Zwischenschaltung von Kardanwellen angetrieben. Diese Bauweise ergibt außerordentlich gute Laufeigenschaften der L., ohne daß führende Laufachsen notwendig sind, so daß das gesamte Lokomotivgewicht als Reibungsgewicht ausgenützt wird. – Die elektr. Übertragung wird in den außerdeutschen Ländern fast allgemein bevorzugt. Bei ihr ist der Dieselmotor mit einem Gleichstromgenerator gekuppelt, der den Strom für die Fahrmotoren liefert.

Benzin- und Benzol-L. werden für untergeordnete Zwecke wie leichten Verschiebedienst oder für Bau- und Feldbahnen verwendet; sie haben in der Regel von Hand geschaltete Zahnradstufengetriebe.

Die **Gasturbinen-L.** ist die jüngste Entwicklung im L.-Bau. Bei der vorwiegend verwendeten Ausführung treiben die mit Heißöl betriebenen Gasturbinen Gleichstromgeneratoren, die den Strom für die Tatzlagerfahrmotoren liefern. Daneben laufen auch Versuche für die Verwendung von Kohle und Kohlenstaub und mit Kraftübertragung durch Zahnrad- oder Flüssigkeitsgetriebe. Die Leistungen der Gasturbinen-L. betragen bis zu 4500 PS.

Die **Druckluft-L.** hat starkwandige Kessel oder Stahlflaschen, die aus ortsfesten Anlagen mit Druckluft von 100–200 atü gefüllt werden. Über Druckminderventile wird die Druckluft mit 12–16 atü den Arbeitszylindern zugeführt. Verwendung vorwiegend in Bergwerken.

Über **Zahnrad-L.** → Bergbahnen.

Die **BEZEICHNUNG** der L. richtet sich nach der Achsanordnung, wobei Laufachsen durch arab. Ziffern und Treib- und Kuppelachsen durch große latein. Buchstaben bezeichnet werden. Einzelachs-antrieb wird durch eine kleine 0, vom Hauptrahmen unabhängige Lagerung durch einen hochliegenden Beistrich gekennzeichnet.

GESCHICHTLICHES. Die erste Dampf-L. wurde 1804 in England von TREVITHICK erbaut. Die 1813 von HEDLEY gebaute „Puffing Billy“ war die erste brauchbare L. Die Urform aller späteren L. schuf STEPHENSON mit der 1829 für den Wettbewerb der Liverpool-Manchester-Bahn erstellten „Rokket“; 1835 lieferte er auch die „Adler“ für die erste dt. Eisenbahn Nürnberg–Fürth. 1876 baute MALLAT in Frankreich die erste Verbund-L., 1921 F. LJUNGSTRÖM die erste brauchbare Turbinenlokomotive. Um etwa 1930 wurden die Versuche mit Kohlenstaub-L. aufgenommen, 1934 bauten HENSCHEL und BORSIG die ersten Stromlinien-L. für hohe Geschwindigkeiten. Die erste elektr. L. wurde 1879 von W. v. SIEMENS aus der Berliner Gewerbeausstellung vorgeführt. Mit einem Dreiphasen-Drehstrom-Triebwagen wurde 1903 eine Geschwindigkeit von 210 km/h erreicht. Die ersten Versuche, den Dieselmotor für L. zu verwenden, gehen auf R. DIESEL selbst zurück, der 1908 eine 1000-PS-Diesel-L. entworfen hat. Die erste größere dieselhydraul. L. wurde 1935 für die Dt. Reichsbahn gebaut. F. MEINEKE und FR. RÖHRS: Die Dampflokomotive, Lehre und Gestaltung (1949); Henschel-Lokomotiv-Taschenbuch (1960). **Zeitschriften:** Die Lokomotivtechnik; Eisenbahn-Technische Rundschau; Glasers Annalen; Elektrische Bahnen.

longitudinal, längs (→ Wellen).

LORAN-Navigations-System, Abk. für *Long range navigation*, ein während des 2. Weltkrieges in den USA entwickeltes Funkortungsverfahren für die Langstreckenpeilung. Es verwendet Hyperbeln als Standlinien, die an Bord eines Schiffes oder Flugzeugs durch Laufzeitvergleich der von 2 ortsfesten, synchronisierten, mit gleicher Amplitude arbeitenden Sendern ausgesandten Impulse gewonnen werden. Die beiden Sender werden dadurch synchronisiert, daß die von dem einen Sender ausgesandten Impulse die Tastung des zweiten Senders steuern. Die in dem Bordempfänger aufgenommenen Or-

tungssignale werden zur Ermittlung ihrer Laufzeitdifferenz mit Hilfe einer Braunschen Röhre ausgewertet, auf deren Schirm die Impulse aufgezeichnet werden. Für ein Senderpaar liegen die Orte gleicher Laufzeitdifferenz auf einer Hyperbel. Der jeweilige Standort wird als Schnittpunkt von zwei oder drei Hyperbeln ermittelt; die Hyperbelscharen sind in mitgeführten Spezialkarten eingezeichnet. Die Ortungsgenauigkeit beträgt bei Auswertung der Bodenwellenimpulse etwa 5 km, bei Auswertung der Raumwellenimpulse etwa 15 km. Die Reichweite der Sender beträgt bei Tage 750 Seemeilen, bei Nacht unter Benützung der Raumwelle das Doppelte. L. überdeckt heute fast vollständig den Nordatlantik und Nordpazifik sowie große Teile des Indischen Ozeans.

Lorentz, Hendrik Antoon, niederländ. Physiker. * 1853, † 1929, Prof. in Leiden, verschmolz die Maxwellsche Feldtheorie mit der elektrodynamist. Auffassung zur klassischen Elektromagnettheorie. L. deutete den Michelson-Versuch durch die Annahme einer Längskontraktion des bewegten Körpers in der Bewegungsrichtung (**Lorentz-Kontraktion**). 1902 Nobelpreis (mit P. ZEEMAN).

Lorentz-Kraft, die Kraft auf eine im Magnetfeld bewegte elektr. Ladung, steht senkrecht auf der Bewegungsrichtung und der Richtung der magnet. Induktion.

Lorentz-Transformation, lineare Transformation des 4dimensionalen Raum-Zeit-Kontinuums. Die Gruppe der L.-T., die **Lorentzgruppe**, bildet die Grundlage der speziellen → Relativitätstheorie.

Loschmidtsche Zahl, abgek. N_L , die Anzahl der Moleküle im Mol, eine für alle Stoffe gültige Konstante. In der internat. (auf ^{12}C bezogenen) Atomgewichtsskala ist $N_L = 6,02295 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

lösen, 1) BERGBAU: das Abführen der Grubenwässer aus den Grubenbauen sowie das Zuführen frischer Wetter (Luft). 2) CHEMIE: → Lösung.

Löß, ein vom Wind während des Höhepunktes der Eiszeiten (hochglazial) im periglazialen Raum abgelagertes, meist schwach kalkhaltiges, feinkörniges Sediment, dessen Korngrößenmaximum bei 0,05–0,02 mm liegt; vorwiegend mergeliger Sand.

Lost, → Dichlordiäthylsulfid.

Lösung, homogene Mischung verschiedener Stoffe, bei der die gegenseitige Durchdringung und Zerteilung i. allg. bis zu den Molekülen, Atomen oder Ionen geht; Abweichungen → Kolloide. Eine L. im weitesten Sinne kann aus Gasen, Flüssigkeiten oder festen Bestandteilen zusammengesetzt und selbst gasförmig, flüssig oder fest sein. Eine L. im engeren Sinne ist flüssig und entsteht durch Auflösen eines Stoffes im flüssigen → Lösungsmittel. Das Mengenverhältnis zwischen **Gelöstem** und **Lösungsmittel** wird durch die → Konzentration angegeben. Manche Stoffe lassen sich in jedem Mengenverhältnis zu einer L. mischen, z. B. Wasser und Alkohol; bei vielen anderen ist die Aufnahmefähigkeit begrenzt. Die L. an dieser Grenze heißt **gesättigt**, die Grenzmenge an Gelöstem seine **Löslichkeit** oder **Grenzkonzentration**.

Die Löslichkeit wird meist als **Gramm Gelöstes** in 100 g gesättigter L. angegeben, ein ungelöstes Überschuss an hinzugefügter fester Substanz wird als **Bodenkörper** bezeichnet. Meist steigt die Löslichkeit mit der Temperatur, ist aber vom Druck praktisch unabhängig. Durch Abkühlung einer gesättigten L. kann daher eine **übersättigte L.** entstehen; sie ist im allgemeinen nur kurze Zeit beständig und scheidet den Überschuss der gelösten Substanz wieder aus. Elektrolyte (Säuren, Basen, Salze) unterliegen bei der Auflösung der → Dissoziation, Nicht-elektrolyte werden in Form von Einzelmolekülen oder Molekülkomplexen gelöst. Bei schwer lösl. Elektrolyten wird zur Angabe der Löslichkeit das **Löslichkeitsprodukt**, **Ionenprodukt** (→ Massenwirkungsgesetz) benutzt. Die Moleküle oder Ionen des gelösten Stoffes stehen mit einigen Molekülen des L.-Mittels in lockerer Bindung, sie sind **solvatisiert** (bei Wasser → Hydrate). Mit der Auflösung eines Stoffes ist in der Regel eine Erwärmung oder Ab-

Lösungsmittel – Lotrechtstarter

kühlung verbunden, deren Größe als *L.-Wärme* oder *L.-Enthalpie* gemessen wird. Der gelöste Stoff in einer flüssigen *L.* besitzt einen osmotischen Druck, der zu einer Dampfdruckverminderung gegenüber dem reinen *L.-Mittel* und weiter zu einer Siedepunkterhöhung und einer Gefrierpunkterniedrigung führt. Die Messung dieser Erscheinungen ermöglicht eine Molekulargewichtsbestimmung des gelösten Stoffes. *Lösungsdruck* oder *-tension* ist das Bestreben eines Metalls, aus dem Metall über die Grenzfläche Metall/*L.* in die *L.* überzutreten.

Normallösungen, abgek. *n-*, enthalten in 1 l *L.* soviel Gramm des gelösten Stoffes, daß diese Menge einem $\rightarrow$ Grammatom Wasserstoff äquivalent ist. $\frac{1}{2}$ Normal-*L.* ($\frac{1}{2}$ n-), $\frac{1}{10}$ Normal-*L.* ($\frac{1}{10}$ n-), 0,1 n- enthalten $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{10}$ dieser Menge Substanz gelöst.

Lösungsmittel, chem. Stoffe, in denen sich andere chem. Stoffe auflösen ($\rightarrow$ Lösung), im technolog. Sinne Flüssigkeiten, die sich im Überschuß mit chemisch einheitl. Stoffen so mischen, daß im Gemisch keine Phasengrenzen auftreten. Unter *L.* im engeren Sinne versteht man heute oft nur organ. Flüssigkeiten zur Lösung von Substanzen im Verarbeitungsgang der organ. Großindustrie. Nach den Siedetintervallen unterscheidet man *niedrig- bis hochsiedende L.* mit dem Übergang zu den $\rightarrow$ Weichmachern, nach der Polarität als Zeichen der Mischbarkeit und Benetzungsfähigkeit *polare* (z.B. sauerstoffhaltige) und *apolare* (z.B. Kohlenwasserstoffe) *L.*

Technische *L.* sind *Kohlenwasserstoffe* wie Pentan, Hexan, Heptan, Spezial- und Testbenzine; *Zyklohexan* = Hexalin, *Tetrahydronaphthalin* = Tetralin, *Dekahydronaphthalin* = Dekalin; *Terpeninöl*, *Hydroterpin*; *Benzol* und *Homologe*; *Sauerstoffverbindungen*, darunter *Alkohole*, *Ester*, *Äther*; *Halogenverbindungen* wie *Tetrachlorkohlenstoff* = Tetra, *Trichloräthylen* = Tri, *Chloroform*, *Chlorfluorkohlenwasserstoffe*; *Stickstoffverbindungen* wie *Nitromethan*, *Methylformamid*, *Azetotril*, *Pyridin*; *Schwefelverbindungen* wie *Schwefelkohlenstoff*.
H. GNAMM: *Lösungs- und Weichmachungsmittel* (1958).

Lot, 1) BAUTECHNIK: *Senklot*, *Senkel*, kegelförmiges, mit der Spitze nach unten an einem Faden aufgehängtes Metallgewicht (Blei, Messing, Eisen) zur Ermittlung der senkrechten Richtung.

2) MATHEMATIK: die kürzeste aller Verbindungsstrecken eines Punktes mit den Punkten auf einer Geraden. Ihr zweiter Endpunkt heißt der Fußpunkt des *L.* Das *L.* steht senkrecht auf der Geraden.

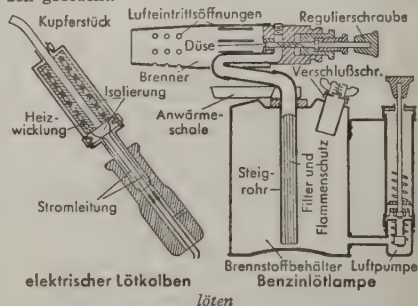
3) Gerät zum Messen der Wassertiefe vom Schiff aus. Das *Hand-L.* ist ein Senkblei von 5 kg mit gemarkter Lotleine und einer Höhlung an der Unterfläche für das Gewinnen einer Grundprobe des Meeresbodens; in die Lotleine sind alle 2 m farbige Marken eingeflochten und alle 10 m Lederstreifen mit entspr. Anzahl Löcher. Es kann nur bei niedriger Schiffgeschwindigkeit und geringen Tiefen gebraucht werden. *Tief-L.*, bis 30 kg schwer, sind nur bei fast stehendem Schiff benutzbar. Bei der *Lotmaschine* von THOMSON hängt der Lotkörper an einem auf eine Trommel gewickelten Lotdraht. Am Lotkörper, der eine Höhlung für Grundproben besitzt, wird eine unten offene Glasröhre befestigt, in die das Meerwasser beim Loten eindringt. Meeresgrundproben werden mit dem *Kolben-L.* erfaßt, einer bis etwa 20 m langen Röhre, die beim Eindringen in den Meeresgrund das Meeressediment mit Hilfe eines Kolbens ansaugt. Das *Schall-L.* (Freilot) ist ein kleiner Fallkörper in Form einer Fliegerbombe, der im Wasser mit einer Fallgeschwindigkeit von 2 m/s sinkt und am Grunde detoniert. Aus der Zeit zwischen dem Eintritt ins Wasser bis zur Aufnahme des Schalls läßt sich die

Tiefe errechnen. Anwendung bis etwa 40 m. $\rightarrow$ Echolot.

4) FERTIGUNGSTECHNIK: $\rightarrow$ Lötten.

Lotablenkung, **Lotabweichung**, **Lotstörung**, eine dauernde örtl. Abweichung des Lotes von der normalen Lotrichtung (Richtung zum Erdmittelpunkt), hervorgerufen durch störende Massen in der Nähe des Beobachtungsortes, z.B. durch Gebirge.

Löten, **FERTIGUNGSTECHNIK:** Metallteile durch ein metallisches *Lot* verbinden, wobei dieses einen wesentlich niedrigeren Schmelzpunkt hat als das Metall der zu verbindenden Teile. Durch Erwärmen der Lötstelle wird das *Lot* zum Schmelzen gebracht.



Beim *Weichlöten* werden unter 400°C schmelzende Lote (Weichlote) verwendet, die hauptsächlich Blei, Zinn oder Zinn, daneben kleine Anteile von Kupfer, Silber, Kadmium, Antimon enthalten. Der Schmelzpunkt der beim *Hartlöten* verwendeten Lote (Hartlote) liegt über 500°C. Ihr Hauptbestandteil ist meist Messing (Kupfer und Zinn), ferner enthalten sie Silber, Kadmium, Silizium, auch Phosphor.

Zur Reinigung der Oberflächen von Verunreinigungen, meist Oxiden, dienen *Flußmittel*. Dazu gehören *Lötlösungsmittel* (Salzlösungen), *Lötlösungsmittel* (Ammoniumchlorid), *Lötlösungsmittel* (Borax u. a.).

Zum *Weichlöten* dient meist der im Feuer oder elektrisch erhitzte *LötKolben* aus Kupfer, für größere Lötstellen die *Lötampe*, zum *Hartlöten* der $\rightarrow$ Schweißbrenner. Zur Massenfertigung werden *Lötöfen*, für bes. Zwecke *Lötmaschinen*, eingesetzt.

Soll nur die Lötstelle und diese schnell erhitzt werden, wird die *Induktionslösung* angewendet. Temperaturen von etwa 3400°C erzielt man in hochfrequenten, durch einen Gasstrom auseinandergezogenen Lichtbögen (*Hochfrequenzlösung*).

Zum *L.* von Aluminium muß die Oxidschicht von dem angewärmten Werkstück entfernt werden durch ein *Flußmittel*, durch Abschleifen, durch Abschaben mit einem mechan. Schwingungserreger (*Lötgriffel*) oder einer Bürste. Gleichzeitig muß das *Lot* aufgebracht werden.

R. v. LINDE: Das *L.* (1954).

Lötigkeit, die Feinheit des Silbers, $\rightarrow$ Feingehalt.

Lotrechtstarter, ein Flugzeug für lotrechten Start und Landung. Der Start- und Landeantrieb wird unmittelbar durch die Strahlreaktion der Triebwerke erzeugt. Der *Heckstarter* steigt zunächst lotrecht und legt sich dann in die Normalfluglage, wo-



links: Lotrechtstartgerät mit Deltaflügeln; rechts: Grundsätzliche Ausführungsform eines flügellosen Lotrechtstarters mit Mantelgebläsen, die zum Teil Vortrieb erzeugen

bei der Flügel zunehmend Auftrieb und die Triebwerkstrahl zunehmend Vortrieb erzeugt; ebenso vollzieht sich umgekehrt die Landung. Für Heckstarter werden auch Ringflügel verwendet (→ Ringflügelzugzeug). Der L. mit *Schwenkflügel* stellt in Startlage den Flügel samt den darin eingebauten Triebwerken lotrecht nach oben. Er erhebt sich lotrecht und schwenkt dann den Flügel in Normallage, wobei zunehmend Flügelauftrieb und Vorwärtsschub entstehen. L. mit *Mantelgebläsen* oder *Strahltriebwerken* erhalten ihren Start- und Landeauftrieb, wenn der Triebwerkstrahl nach unten gerichtet ist. Den Vortrieb nach dem Start erhalten sie durch Umlenken des Triebwerkstrahles in die Waagerechte oder durch Waagerechtfahrttriebwerke. Außerdem können zum Übergang vom lotrechten Start in den Waagerechtfahrt und umgekehrt die Triebwerke geschwenkt werden, oder es wird mit schwenkbaren Düsen der Treibstrahl nach unten oder hinten gelenkt, oder von den Schub liefernden Triebwerken werden für Start und Landung besondere Auftriebsgebläse angetrieben.

Lötrohranalyse, Lötrohrprobierkunde, eine Vorprobe in der qualitativen chem. Analyse. Die Substanz wird durch eine reduzierend wirkende Flamme mittels Lötrohr erhitzt. Flüchtige Metalle setzen sich als Metalloxide oder -karbonate um die Erhitzungsstelle ab. Schwefelhaltige Substanzen werden bei Sodazusatz zu Natriumsulfid reduziert und färben Silberblech schwarz (*Heparprobe*).

M. HENGLEIN: Lötrohrprobierkunde (41962).

Löwe, fünftes Sternbild im Tierkreis, hellster Stern, α , Regulus; nördlich des L. der *Kleine L.*

Loxodrome, eine Kurve auf einer Umkreisungsfläche, die alle Meridiane unter gleichem Winkel schneidet. Die L. der Kugeloberfläche sind für die Navigation wichtig; sie erscheinen auf der Merkatorkarte als gerade Linien.

Lu, chem. Zeichen für → Lutetium.

Ludolfische Zahl, Zeichen π , die Kreiszahl, die das Verhältnis des Kreisumfangs zu seinem Durchmesser angibt. Die L. Z. ist *irrational* und *transzendent*, d. h. sie ist nicht Lösung einer algebraischen Gleichung mit ganzzahligen Zahlen als Koeffizienten. Bis zur 10. Stelle lautet sie $\pi = 3,141\,592\,6536\dots$ Näherungswerte sind $\frac{22}{7}$ (ARCHIMEDES) und $\frac{355}{113}$ (METIUS). Mit einer elektron. Rechenmaschine wurde π auf 2000 Dezimalstellen berechnet.

Luft, das die Atmosphäre der Erde bildende Gasgemisch aus rd. 78 % Stickstoff, 21 % Sauerstoff, 0,9 % Argon und Spuren von weiteren Edelgasen sowie örtlich sehr veränderlichem Gehalt (durchschnittl. 0,03 %) an Kohlendioxid (Volumprozent nach Abzug des Wasserdampfgehalts). Dazu kommen wechselnde Mengen Wasserdampf, Staub, Stickstoff-, Schwefelverbindungen, gewerbl. Abgase, Schwermetalle, ferner pflanzl. und tier. Mikroorganismen.

Der **Luftdruck** wird mit dem → Barometer gemessen. Er beträgt im Meeresniveau rund 760 Torr (1013 mb); mit der Höhe nimmt er ab, in 5500 m etwa auf die Hälfte, in 16 km auf 10 %, in 32 km auf 1 %. Er schwankt mit den Wettervorgängen im Meeresniveau zwischen 880 und 1080 mb als äußersten Grenzwerten.

In der freien Atmosphäre weht der Wind mit genügender Annäherung parallel zu den Isobaren (→ barisches Windgesetz). Dabei hält die ablenkende Kraft der Erdrotation C der Kraft des Luftdruckgefälles G nahezu das Gleichgewicht (BILD 1). Die Isobaren einer Wetterkarte umschließen Gebiete hohen (→ Antizyklone) und tiefen (→ Zyklone) L.-Drucks; in Zyklonen streben die Bodenwinde zusammen, so daß sich gebietsweise schwache, aufsteigende Luftbewegungen ergeben; in Antizyklonen

überwiegt bei auseinanderstrebenden Bodenwinden ein Absinken der Luft (BILD 2).

Die **Luftfeuchtigkeit** wird gemessen: als *absolute L.-Feuchtigkeit* (g Wasserdampf auf 1 m³ L.), als **Dampfdruck** (in Torr oder mb), als *relative Feuchtigkeit* (in % des Dampfdruckes bei voller Sättigung), als *spezif. Feuchte* (in g H₂O auf 1 kg feuchte L.) oder ähnlich als *Mischungsverhältnis* (g H₂O auf 1 kg trockene L.). Messung mit dem → Hygrometer.

Luftmassen heißen ausgedehnte L.-Quanten (eindeutig 1000 km) mit einheitl. Eigenschaften (Temperatur, Trübungszustand, Feuchtigkeit, vertikale Stabilität, Wolkenformen) über der bodengestörten Schicht, **Luftkörper** solche in der Bodenstörungsschicht (Grundsicht, bis etwa 1500 m) zusammen. In Europa gibt es nach der Herkunft *arktische Luftmassen* (früher auch *Polarluft* genannt), *Luftmassen gemäßiger Breiten* und *subtrop. Luftmassen*. Die auffallendsten Wettererscheinungen, bes. hochreichende Wolken und stärkere Niederschläge, treten an den Grenzen (→ Front) der L.-Massen auf.

Luftaufbereitung, Aufbereitungsverfahren, durch das Kohlen von 0,5–60 mm Korngröße mit Druckluft auf **Luftsetzmaschinen** oder **Lufterden** von den schweren Bergeteilen getrennt werden.

Luftbild, die heute in der Regel von einem Flugzeug aus photographisch aufgenommene Abbildung eines Teiles der Erdoberfläche. **Bildpläne** sind entzerrte, zu einem Plan zusammengefaßte L. eines bestimmten Maßstabes; **Bildplankarten** enthalten zusätzlich Gitternetz, Ortsnamen, Höhenzahlen usw.

In der **VERMESSUNGSTECHNIK** ist das L. eine Grundlage der → Photogrammetrie. Ausgezeichnete Punkte eines L. sind der **Nadirpunkt**, in dem sich alle lotrechten Geraden des Dingraumes schneiden, der **Bildmittelpunkt** und der **winkeltreue Punkt**, d. h. bei Schrägbildern der Punkt, in dem die in der Bildebene und in der Geländeebene gemessenen Winkel kongruent sind. Diese Punkte können z. B. als Scheitelpunkte bei der Aerotriangulation dienen.

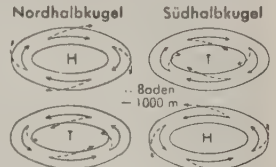
Zur Aufnahme von L. wurden Kameras mit verschiedenen Bildweiten f und Öffnungswinkeln entwickelt. Bei Bildformaten 18 × 18 bis 23 × 23 cm ist α meist 45–50°, f 21–23 cm. Bei Weitwinkelkameras beträgt α rd. 90°.

W. PILLEWIZER in: FINSTERWALDER: Photogrammetrie (1952).

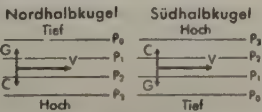
Luftelektrizität, elektr. Vorgänge in der Atmosphäre. Das normale **lufterlektr. Feld** wird gekennzeichnet durch das **Potentialgefälle** (im Mittel etwa 130 V/m), die **Leitfähigkeit** und den **Vertikalstrom** ($2\text{--}4 \cdot 10^{-10}$ A/cm²). Die Erde ist in großen Gebieten negativ geladen, die Atmosphäre enthält überwiegend positive Ionen; in ungestörten Schönwetterlagen gleicht der lufterlektr. Vertikalstrom die Ladungen rasch (in rund 20 min) aus. Die → Gewitter stellen einen Generator dar, der das normale lufterlektr. Schönwetterfeld immer wieder neu aufbaut. Die Ionisierung bewirkt in erster Linie in der Hochatmosphäre die kosmische Strahlung (→ Ionosphäre), in unteren Schichten die Radioaktivität des Erdbodens sowie die Ladungstrennung beim Aufwirbeln von Staub und Zersplitzen von Wasser.

Lufter, → Fliehkraftlüfter, → Schraubenlüfter.

Lufterhitzer enthalten in einem Stahlprofilrahmen oder -gehäuse eng nebeneinander eingebaute, vom Heizmittel (Heizdampf, Heizwasser oder Gas) durchflossene Rippenrohre mit oberem und unterem Sammelrohr. Um die Rippenrohre wird die zu erwärmende Luft mittels Fliehkraftlüfter gedrückt. **Elektrolufterhitzer** enthalten statt der



Luft 2: Luftbewegung in Hoch- und Tiefdruckgebieten



Luft 1: Wind (V) und Isobaren (P) in der freien Atmosphäre

Luftfahrt-Meßtechnik – Luftpumpe

Rippenrohre Widerstandsdrähte oder Heizstäbe.

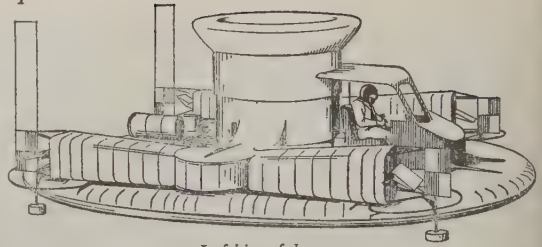
Luftfahrt-Meßtechnik dient der Ermittlung derjenigen physikal. Größen, die bei der Führung von Luftfahrzeugen laufend überwacht werden müssen. Die wichtigsten Flugüberwachungsgeräte sind: *Geschwindigkeitsmesser, Höhenmesser, Steig- und Sinkgeschwindigkeitsmesser, Neigungsmesser*. Mit Triebwerken angetriebene Luftfahrzeuge benötigen außerdem *Triebwerks-Überwachungsgeräte* wie *Drehzahlmesser, Thermometer* für *Kühl- und Schmierstoffe, Ladedruckmesser, Schmierstoffdruckmesser, Treibstoff-Vorratsmesser, Elektrische, hydraulische und pneumatische Bordanlagen* verlangen außerdem besondere Meßgeräte zur Überwachung des richtigen Arbeitens. *Luftfahrt-Bordmeßgeräte* für besondere Aufgaben sind: *Verreisungs- und Kollisionswarngeräte* sowie *Entfernungsmesser* nach dem *Funkmeßprinzip* (→ *Funkmeßtechnik, Funknavigation*).

Luftfilter, Filter zur Abscheidung von Staub u. a. Verunreinigungen aus der Luft; sie werden in Absaug- und Lüftungsanlagen, in die Saugleitung von Verbrennungsmotoren u. dgl. eingebaut. *Tuchfilter* werden angewendet bei feinen Stäuben und als *Nachfilter* bei Zyklonen von Sandstrahlereien. Beim *Bethfilter* wird die Luft durch Filterschläuche, die in einem Blechgehäuse aufgehängt werden, hindurchgesaugt. *Ölbenetzte Zellen- oder Plattenfilter* bestehen aus mit einem Spezialöl benetzten Metallgeweben, Wellblechen, Blecheinsätzen mit labyrinthartigen Luftwegen oder Düsen (*Labyrinthfilter*), Metallringen, Metallwolle u. ä. Der Staub scheitelt sich in Winkeln und Ecken ab und bleibt am Öl hängen. Ölfilter werden auch zu einem umlaufenden Band zusammengesetzt, das in ein Ölbad taucht.

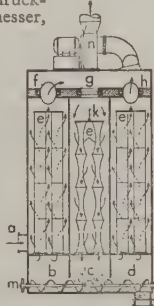
Elektrofilter, → *Staub*.

Luftgewehr, ein Sportgewehr, bei dem das Geschos durch Druckluft aus dem Lauf getrieben wird. Es gibt *leichte L.* mit glattem Lauf für Bleikugeln von 4–6½ mm Ø und Bolzen und *normalgewichtige L.* mit gezogenem Lauf für Bolzen oder diaboloförmige Bleigeschosse (Kaliber 4½ mm).

Luftkissen-Fahrzeug, *Bodeneffekt-Fluggerät*, eine runde, etwa 4 Tonnen schwere Scheibe, die



Luftkissenfahrzeug

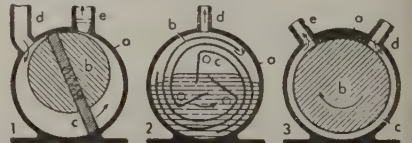


Luftfilter: Schematische Darstellung einer vollautomatischen Schlauchfilteranlage (Bethfilter): *a* Sammelrohr für Staubluftgemisch, *b–d* Kammern der einzelnen Filterabteilungen (die mittlere ist auf Abreinigung umgeschaltet), *e* Filterschläuche, *f* und *h* geöffnete, *g* geschlossene Saugklappen. Die hinter *f–h* gelegenen Spülklappen sind bei *g* geöffnet. Durch einen Rüttelmechanismus und Unterdruck wird der angesammelte Staub abgeklopft (*k*), gelangt in den Staub-sammelraum bei *c* und von dort durch die Förderschnecke *m* über eine Staub-schleuse aus dem Filter.

auf Stelzen ruht, wird durch einen Luftstrom niedriger Geschwindigkeit infolge des durch Rückstau entstehenden Überdrucks auf etwa 40 cm über der Erd- oder Wasseroberfläche gehoben. Der Luftstrom wird durch eine in einem senkrechten Schacht umlaufende Luftschaube erzeugt. Ein Teil des Luftstroms tritt aus waagrecht liegenden Ausströmkäulen aus und erzeugt so die Vortriebskraft. Es muß nur die Luftreibung, aber keine Boden- oder Wasserreibung überwunden werden.

Luftkräfte, die Gesamtheit der aus der Relativbewegung zwischen Körper und Luft herrührenden Druck- und Saugkräfte am Körper. Man vereint sie meist zu 3 *Kraftkomponenten*: *Widerstand* (in Bewegungsrichtung), *Auftrieb* (senkrecht zum Widerstand in einer irgendwie bevorzugten Richtung), *Seiten- oder Querkraft* (senkrecht zu Auftrieb und Widerstand), und 3 *Momentenkomponenten* um die entsprechenden Achsen (z. B. beim Flugzeug: *Rollmoment, Giermoment, Kipp- oder Längsmoment*).

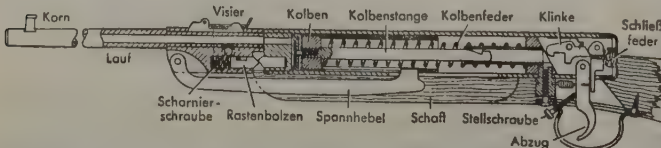
Luftnavigation umfaßt alle Verfahren zur Bestimmung von Ort und Kurs von Luftfahrzeugen. Neben der Orientierung nach Landmarken und nach dem → *Kompaß* ist auch das in der Seefahrt übliche astronom. Navigationsverfahren (→ *Navigation*) anwendbar. Es ist zeitraubend und erfordert bes. Aufwand, z. B. periskopähnliche, ausfahrbare Sextanten. Die heute wichtigsten *L.-Mittel* gehören zur → *Funknavigation*.



Luftpumpe: 1) *Kapsel-L.*; *a* Gehäuse, *b* Vollzylinder, exzentrisch gelagert, *c* Schieber, *d* Lufteintritt, *e* Luftaustritt. 2) *Quicksilber-L.* von Gaede; *a* Gehäuse, *b* Schaufelrad, *c* Lufteintrittsöffnungen, *d* Luftaustritt. 3) *Molekular-L.*; *a* Gehäuse, *b* Rotationskörper, *c* Nut, *d* Lufteintritt, *e* Luftaustritt

Luftpumpe, 1) ein Verdichter, bes. zum Aufpumpen von Fahrzeugreifen mit Druckluft.

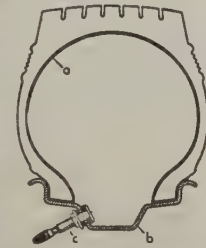
2) eine Vorrichtung zur Herstellung eines Vakuums. Mit *Kolben-L.* lassen sich Verdünnungen bis 1 Torr erreichen. *Wasserstrahlpumpen* werden mit Wasserleitungswasser betrieben und erzeugen eine Verdünnung von höchstens 10 Torr. *Kapsel-L.* sind Kapselverdichter; sie erreichen Verdünnungen bis 10⁻³ Torr. Die *Quicksilberpumpe* von GAEDÉ besteht aus einem bis über die Hälfte mit Quicksilber gefüllten zylind. Gehäuse, in dem eine aus drei Schaufeln bestehende Trommel rotiert. Die Schaufeln bilden drei Kammern, die jeweils beim Drehen der Trommel in das Quicksilber tauchen; beim



Luftgewehr (Schnitt): *Kolbenfeder* entspannt, *Kolben* in Endstellung. Zum Spannen wird der *Lauf* nach unten geknickt, dabei schiebt der *Spannhebel* den *Kolben* in die *Ausgangsstellung*.

Austauschen wird aus dem zu entleerenden Raum Luft angesaugt und beim Eintauchen diese ins Freie ausgestoßen; erreichbare Verdünnung etwa 10^{-4} Torr. Bei der *Molekularpumpe* von GAEDS läuft in einem Gehäuse mit zwei Stutzen ein zylindr. Kolben mit sehr kleinem Spiel. Ein Stutzen ist mit dem zu entleerenden Raum, der andere mit der Außenluft verbunden. Zwischen beiden ist in der Gehäusewand eine schraubenförmige Nut eingegrast, durch die bei rascher Drehung des Kolbens die Luft durch die Reibung vom Saug- in den Druckstutzen gefördert wird. Es werden mehrere solche Pumpen in einem Gehäuse untergebracht; erreichbare Verdünnung 10^{-6} Torr. Quecksilber- und Molekular-L. benötigen Vorvakuum-pumpen. → Diffusionspumpe.

Luftreifen, mit Luft gefüllte Gummireifen; Abfederungsmittel für Kraftfahrzeuge, Ackerwagen, Flugzeuge und Fahrräder. Jeder L. besteht aus dem *Schlauch*, der durch das Ventil hindurch mit Luft aufgepumpt wird, und der schützenden *Decke* (Mantel) aus in Gummi gebetteten Cordgewebe, das an der Lauffläche mit einer dicken Gummischicht (dem *Protektor*) und Gleitschutz versehen ist. *Ballonreifen* haben ein großes Luftvolumen und verhältnismäßig geringen Innendruck (1,2–3 atü); *Hochdruckreifen* haben geringen Innendruck (4–6 atü). Bei L. ohne Schlauch, die unmittelbar an der Felge luftdicht anliegen, ist die Innenseite mit einer Gummischicht belegt, die bei Beschädigung einen plötzlichen Druckabfall verhindert.



Luftreifen: schematischer Querschnitt durch schlauchlosen PKW-Reifen; a Innendichtung, b Felge, c Ventil (Dunlop).

Luftschraube, ausgeführter Kaskadenschauer. **Luftschiff**, ein Luftfahrzeug leichter als Luft. Die Grundlage des statischen Schwebewermögens eines L. bildet das archimedische Gesetz vom Auftrieb. Vom Auftrieb des eingeschlossenen Füllgases muß man dessen Gewicht abziehen, um die *Hubkraft*, d. h. das Tragvermögen des Füllgases, zu erhalten. Dieser wirkt das Leergewicht des Luftschiffkörpers (bei Großluftschiffen 50–65 % der Hubkraft) entgegen. Die Differenz zwischen Hubkraft und Leergewicht ist der *Nutzauftrieb*. Neben der durch die Gasfüllung bedingten statischen Hubkraft besitzt das Luftschiff auch eine gewisse dynamische Hubkraft oder Tauchkraft, die durch Schräg-

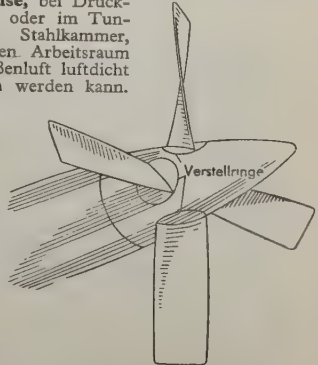
stellen des Höhenruders bei Fahrt erzeugt wird. Diese dynamische Hubkraft überlagert somit die bei einer Fahrt auftretenden Veränderungen der statischen Hubkraft.

BAUARTEN. *Starr-L.* (Typ Zeppelin, Schütte-Lanz) besitzen ein Innengerüst (Gerippe, Gitterwerk) aus Leichtmetall (z. B. Duraluminium), wodurch am sichersten die zum Steuern unerlässliche symmetrische Gestalt gewahrt wird. *Prall-L.* (Typ Parseval) erhalten ihre Gestalt durch inneren Überdruck. Sie besitzen Luftkammern (Luftballonetts), die durch Ventilatoren unter Druck gehalten werden.

Angetrieben werden L. durch Verbrennungsmotoren mit Luftschaube, die meist in Gondeln außerhalb des L.-Körpers angeordnet sind.

Luftschleuse, bei Druckluftgründung oder im Tunnelbau eine Stahlkammer, die gegen den Arbeitsraum oder die Außenluft luftdicht abgeschlossen werden kann. Sie ermöglicht den Verkehr zum Arbeitsraum.

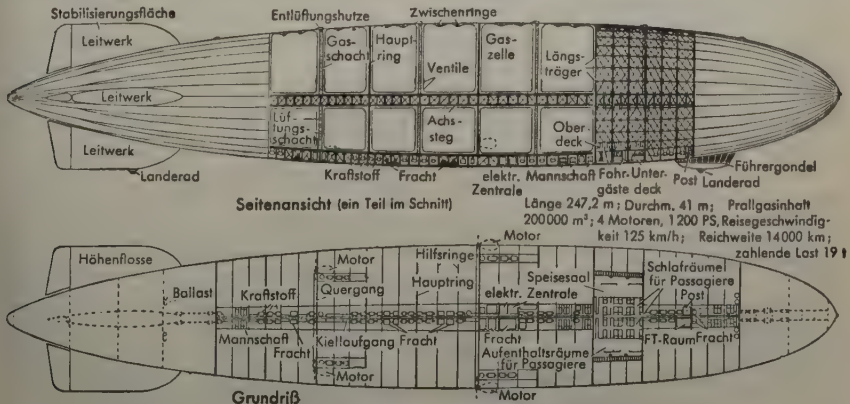
Luftschaube, Propeller, auf einer Drehachse gelagerte, meist symmetrisch angeordnete tragflügelartige Flächen, durch deren Umlauf eine Kraft in Achsrichtung entsteht. Vorwärts- und Drehbewegung ergeben für den L.-Flügel eine schraubende Bewegung. Früher herrschten Holz-L. vor, heute werden Metall-L. bevorzugt, und zwar meist *Verstell-L.*, bei denen die Anstellwinkel der Flügelblätter während des Fluges verändert werden können.



Luftschaube

Luftspeichermotor, → Dieselmotor.

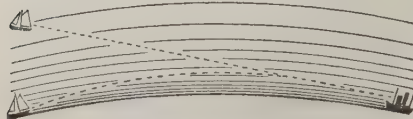
Luftspiegelung entsteht durch Krümmung der Lichtstrahlen bei kontinuierlicher → Brechung in Luftschichten wechselnder Dichte und damit wechselnder Brechkraft, wie sie sich z. B. über stark erhitzten (Wüste, BILD 1) oder gekühlten (Meer, BILD 2) Ebenen bilden. L. sind zu beobachten in der Wüste (*Fata morgana*), auf erwärmten Landstraßen, an sonnenbestrahlten Mauern, über dem Watt und über Wasser. Seemannisch heißt die L. über dem Meer *Kimmung*.



Luftschiff: schematische Darstellung eines Starrluftschiffes (L.Z. 129)



1



2

Luftspiegelung

Luftsprudelverfahren, ein Verfahren, Wehre, Schleusen, Häfen u. ä. von Eis frei zu halten mit Druckluft, die aus feinen Düsen aus auf der Gewässersohle verlegten Leitungen austritt. Mit dem Luftschleier wird wärmeres Wasser von der Sohle nach oben getragen und die Bildung einer Eiskecke verhindert. Das L. wird auch zur Begrenzung ölbefleckter oder -gefährdeter Wasserflächen und zur Begrenzung der Druckwirkung bei Unterwassersprengungen angewandt.

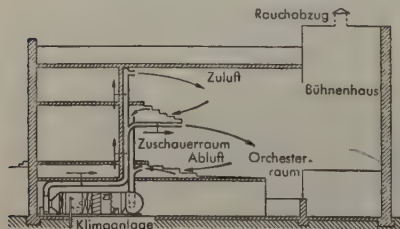
Lufttanken, das Auftanken eines Flugzeugs im Flug bis zur Grenze seiner Tragfähigkeit, die etwa 10–20% höher liegt als die beim Start. Beim L. fährt das vorausfliegende Tankerflugzeug einen Schlauch oder ein starres Rohr mit Trichtermundstück nach hinten aus. Das zu tankende Flugzeug fliegt mit einem Gegenmundstück den Trichter an und kuppelt sich automatisch ein.

Lufttorpedo, ein für den Abwurf vom Flugzeug aus geringer Höhe umkonstruierter Seetorpedo.

Luftturbine, die → Heißluftturbine.

Lüftung, die Zuführung frischer und die Beseitigung verbrauchter Luft in geschlossenen Räumen. Bei Wohnräumen genügt im allgemeinen neben der **Selbst-L.** durch die Undichtigkeiten von Fenstern und Türen das zeitweilige Öffnen der Fenster. Bei größeren Räumen kann eine ständige Lüfterneuerung erreicht werden durch Lüftungsschächte. Bei diesen Arten der **freien L.** wird die Luftströmung durch den Temperaturunterschied von Raum- und Außenluft sowie durch Wind hervorgerufen.

Für Versammlungsräume, Kinos, Theater u. ä. wendet man **Zwangs-L.** an. Während bei der **Entlüftung (Saug-L.)** nur Luft aus dem Raum abgesaugt wird und die Frischluft durch die Undichtigkeiten (Fenster, Türen) nachströmt, wird bei der **Belüftung (Druck-L.)** frische Luft von außen angesaugt und durch den im Raum entstehenden Überdruck die Abluft durch die Undichtigkeiten (Fenster, Türen) ins Freie gedrückt. Im Winter wird die Frischluft im → Lüfterhitzer auf Raumtemperatur erwärmt; außerdem wird sie fast stets in → Luftfiltern gereinigt. Soll die Luft im Sommer gekühlt werden, ist ein **Luftkühler** oder ein **Luftwäscher** mit Kühlwasser erforderlich. Bei Wahrung einer gleichbleibenden Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Raum wird die L.-Anlage zu einer → Klimaanlage.



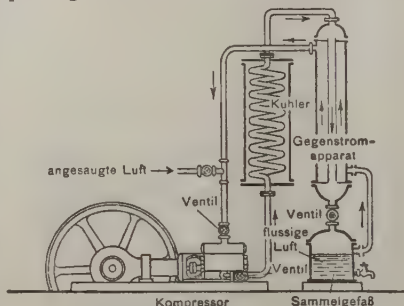
Lüftung: Schema der Wirkungsweise einer Klimaanlage (Theater)

Bei der **Strahl-L.** wird die Luft injektorartig mit Düsen bei höheren Luftgeschwindigkeiten auf einer Seite des Raumes oben eingeblasen und auf der anderen Seite oben abgesaugt. Um Zug zu vermeiden, werden die Luftauslässe regulierbar und in der Richtung verstellbar gemacht.

H. RECKNAGEL – E. SPRENGER: Taschenbuch für Heizung, L., u. Klimatechnik (63/1962), H. RIETSCHEL – W. RAISZ: Lehrbuch der Heiz- und Lüftungstechnik (14/1962).

Luftunruhe, die hauptsächlich durch die Sonneneinstrahlung verursachte turbulente Bewegung der Atmosphäre, durch die das **Flackern** oder **Szintillieren** der Sterne entsteht.

Luftverflüssigung, die Erzeugung flüssiger Luft durch Abkühlung unter die kritische Temperatur (–140,7°C) unter gleichzeitiger Kompression auf den krit. Druck (38,4 at). Entsprechend der Dampfdruckkurve der flüssigen Luft erniedrigt sich bei tieferen Temperaturen der aufzuwendende Druck bis zum Siedepunkt bei –194,4°C auf 1 at. Die heutigen Anlagen arbeiten nach zwei Methoden: 1) Entspannung unter Leistung innerer Arbeit und unter



Luftverflüssigung nach Linde (Schema)

Wärmeaustausch im Gegenstrom (Ausnutzung des Joule-Thomson-Effektes, **Linde-Prinzip**); 2) Entspannung unter Leistung innerer und äußerer Arbeit, **Claude-** (bis 60 at Arbeitsdruck) und **Heyland-Messer-Verfahren** (bis 270 at Arbeitsdruck).

Luftwäscher, als Düsen- oder Füllkörperkammer ausgebildeter Teil einer → Klimaanlage, dient neben der Luftreinigung dazu, die Luft zu kühlen und zu ent- oder befeuchten.

Luftziegel, aus porösen Stoffen (z. B. Torfmüll) hergestellte, an der Luft getrocknete Ziegel.

Lumen, abgekürzt **lm**, Einheit des Lichtstroms, → Photometrie.

Lumineszenz, alle Arten des „kalten Leuchtens“ im Unterschied zum Temperaturleuchten erhitzter Körper. L. kann hervorgerufen werden durch Wirkung andersartigen Lichtes (Röntgenstrahlen, ultraviolettes Licht: **Photolumineszenz**), durch Strahlen radioaktiver Stoffe (**Radiolumineszenz**) oder durch chem. (**Chemilumineszenz**), elektr. (→ **Elektrolumineszenz**) oder mechan. Vorgänge (**Tribolumineszenz** beim Zerbersten von Kristallen). Die bei Leuchtorganismen zu beobachtende, auf Chemilumineszenz beruhende L. heißt auch **Biolumineszenz**. Tritt durch Einwirken von Licht oder Elektronenstrahlen L. nur während der Erregung auf, so spricht man von → **Fluoreszenz**. Bei festen Körpern (Kristallen) kann nach Aufhören der Erregung **Nachleuchten** auftreten (→ **Phosphoreszenz**). Die Stoffe zeigen immer dann L., wenn sie, nachdem sie durch Energieabsorption in einen angeregten Zustand gebracht sind, bei der Rückkehr in den Grundzustand spontan oder unter Einwirkung der Wärmebewegung eine oder mehrere Energiestufen durchlaufen, die der Energie sichtbaren Lichtes entsprechen. Techn. Anwendung der L. bei Leuchtschirmen, Leuchtstofflampen, Leuchtstoffen.

In der analyt. Chemie läßt die **L.-Analyse** noch sehr kleine Mengen der Elemente erkennen. Z. B.

zeigt in Berührung mit der Wasserstoffflamme Wismut blaue, Antimon blaugrüne und Mangan gelbe L.

Luminographie, Verfahren zur Herstellung von Photokopien, bei dem Leuchtstoff-Folien als Lichtquelle verwendet werden.

Lummer-Gehrcke-Platte, ein Interferenz-Spektalapparat höchster Auflösung, besteht aus einer genau planparallelen Glas- oder Quarzplatte *a*, in die das Licht *b* durch ein totalreflektierendes Prisma *c* so eingeleitet wird, daß es innerhalb der Platte mehrfach teilweise reflektiert wird. Die bei



Lummer-Gehrcke-Platte

jeder Reflexion aus der Platte fast streifend austretenden Wellen *d* interferieren miteinander und ergeben im Unendlichen parallele Interferenzstreifen (*Kurven gleicher Neigung*), die durch eine Sammellinse *e* in die Brennebene *f* der Linse verlegt werden und dort photographiert werden können. Anwendung zur Untersuchung der Feinstruktur von Spektrallinien.

Lunation, die Zeit, in der die Mondphasen einen vollen Wechsel durchlaufen; ihr Durchschnitt ist der synodische Monat.

Lünette, → Drehbank.

Lunker, Hohlräume in Gußstücken, entstehen nach Erstarrung der Auszonen durch die meist starke Volumenabnahme bei Kristallisation von Schmelzen.

Lunte, 1) SPINNEREI: schwach gedrehtes Vorgarn. 2) langsam glimmender Hanfstrick zur Entzündung des Pulvers bei alten Feuerwaffen.

Lupe, Vergrößerungsglas, auch einfaches Mikroskop im Unterschied zum zusammengesetzten. Nach dem Grad der Beseitigung von → Abbildungsfehlern unterscheidet man *achromatische*, *aplanatische* und *anastigmatische L.* – *Verant-L.* für ein großes Gesichtsfeld sind so korrigiert, daß beim Drehen des Auges keine Abbildungsfehler auftreten.

Lupulin, Hauptalkaloid der Lupine.

Lupine, der bei der Schweißstahlerstellung aus dem Puddelofen kommende rohe Stahlklumpen.

M

m, Abk. für Meter; **m²**, Quadratmeter; **m³**, Kubikmeter; **mm**, Millimeter = $\frac{1}{1000}$ m. μ (my: der griech. Buchstabe für m), $\frac{1}{1000}$ mm = 1 Mikron; **m μ** , $\frac{1}{1000000}$ mm = 1 Millimikron. **m**, die Größenklasse der Sterne.

mA, Abk. für Milliampere = $\frac{1}{1000}$ Ampere.

Maar, erloschener, vulkanischer Krater mit Grundwassersee.

Mache-Einheit, abgek. *M.-E.*, veraltete Maßeinheit der Konzentration von Radon in Luft oder Lösungen (Heilquellen). 1 M.-E. = $3,64 \cdot 10^{-10}$ Ci/l.

Machscher Kegel (TAFEL Strömungslehre, 8), die von der Spitze eines mit Überschallgeschwindigkeit *v* bewegten Körpers ausgehende kegelförmige Kopf- welle. Für den halben Öffnungswinkel *a* des Kegels, den *Machschen Winkel*, gilt: $\sin a = v/c$, wenn *c* die Schallgeschwindigkeit im umgebenden Medium ist. Die *Machsche Zahl M* ist das Verhältnis der Geschwindigkeit *v* zur Schallgeschwindigkeit *c* des Mediums: $M = v/c$. Für die Schallgeschwindigkeit in Luft bei 20°C (340 m/s) bedeutet $M = 0,5$ eine Geschwindigkeit von 170 m/s $\approx$ 600 km/h; $M = 1$: 340 m/s $\approx$ 1200 km/h; $M = 2$: 680 m/s $\approx$ 2400 km/h.

R. SAUER: Einf. i. d. theoret. Gasdynamik (1960).

Mächtigkeit, 1) die Dicke einer Gesteinsschicht, Lagerstätte (Gang, Flöz, Lager).

2) MATHEMATIK: → Menge.

Magellansche Wolken, die nächsten → Stern-

Lüster, 1) TEXTILTECHNIK: ein tuchbindiger Futter-, Joppen- und Schürzenstoff mit Baumwollkette und Glanzwolle (Lüstergarn), Alpaka oder Mohair im Schuß. *Lüstrine* ist ein glänzendes Futter in Taftbindung aus Chemiefasergarn.

2) KERAMIK: schillernder Überzug auf Glas, Porzellan oder Tonwaren. *Lüsterfarben* enthalten im Gegensatz zu den Metallfarben wenig Metall, dagegen viel Flußmittel. Der Fluß besteht aus einer in der Hitze hergestellten Mischung von Kolophonium, Lavendelöl und Wismutnitrat, dem zur Erzielung schönerer Farbwirkungen Lösungen fettsaurer Salze verschiedener Metalle beigefügt werden. Die fein verriebenen Mischungen werden aufgetragen und in der Muffel eingebrannt.

3) LEDERFABRIKATION: Lösungen oder Emulsionen von Fetten oder Wachsen, denen Farbstoffe zugesetzt sein können, ferner Kolloidum- oder Chlorkautschukappreturen, die Farbpigmente enthalten, werden auf Velourleder aufgespritzt, um der faserigen Lederoberfläche einen leichten Glanz zu geben und die Leuchtkraft der Farbe zu erhöhen. Ähnlich wendet man L. bei der Pelzveredlung an.

Lüstrieren, Veredelungsverfahren, um Baumwoll- oder Zellwollgarne und -zwirne durch Appretieren, Strecken und Bürsten glatt und glänzend zu machen. Ergebnis: „Eisengarn“.

Lutetium, *Lu*, chem. Element aus der Gruppe der → Lanthaniden, Ordnungszahl 71, Massenzahlen 175, 176, Atomgewicht 174, 97. Das Isotop 176 ist schwach radioaktiv und sendet β -Strahlen aus.

Lux, abgek. *lx*, Einheit der Beleuchtungsstärke, → Photometrie.

Luxmasse, Raseneisenerz oder Eisenoxidhydrat zur Entfernung des Schwefelwasserstoffs und der Zyanwasserstoffreste aus Stadtgas.

Luxmeter, ein photoelektr. oder opt. Belichtungsmesser bes. für die Film- und Fernsehtechnik.

Luzimeter, Gerät zum Messen der auf eine Glas- kugel fallenden Sonnen- und Himmelsstrahlung; beruht auf der Wärmewirkung der Strahlung, die den Alkohol im Inneren der Kugel verdunstet.

Lw, chem. Zeichen für → Lawrencium.

Lyophilisation, → Gefriertrocknung.

systeme außerhalb unserer Milchstraße, die am südlichen Himmel, etwa 20 Grad vom Südpol entfernt, als große Nebelflecke mit dem bloßen Auge sichtbar sind. Die *große M. W.* ist 140000 Lichtjahre und die *kleine M. W.* 165000 Lichtjahre von uns entfernt; Durchmesser 30000 und 23000 Lichtjahre. Die beiden M. W. können als Trabanten unseres Milchstraßensystems angesehen werden.

Magerkohle, Steinkohle mit 10–12 % flüchtigen Bestandteilen, mit kurzer Flamme verbrennend.

Magische Quadrate, nach Schachbrettart geteilte Quadrate, die mit den Zahlen 1, 2, 3 ... so besetzt sind, daß deren Summe in jeder waagrechten und senkrechten Reihe sowie in den beiden Diagonalen immer die gleiche Zahl ergibt.

Magisches Auge, *Magischer Fächer*, *Magische Waage*, Abstimmanzeigeröhre, kleine Kathodenstrahlröhre in Rundfunkempfängern, auf deren Leuchtschirm ein Leuchtbild erscheint, das bei genauer Abstimmung die größte Ausdehnung hat.

Magisches T, MIKROWELLENTCHNIK: eine kombinierte Serien-Parallel-Verzweigung von rechteckigen Hohlrohrleitungen (Abzweigung an der Schmal- und Breitseite der Hohlrohrleitung) zur Verwirklichung von Brückenschaltungen.

G. MEGLA: Dezimeterwellentechnik (1961).

magische Zahlen, ausgezeichnete Anzahlen von Nukleonen in den Atomkernen, bei denen die Kerne bes. stabil gebunden sind:

Magma – magnetische Flasche

Z oder N = 2, 8, 20, (40), (70), ...

und Z oder N = (2) (6) (14), 28, 50, 82, 126. Die Auszeichnung dieser Teilchenzahlen, die für die Protonen (Z) und Neutronen (N) getrennt gelten, lassen sich beim **Einteilchenmodell** als Abschlußzahlen für eine Schalenstruktur der Atomkerne verständlich machen. Es sieht dabei so aus, als ob sich zwei verschiedene Schalenphänomene durchdringen, die zu verschiedenen Zahlenreihen führen. Bei den leichteren Atomkernen wird der Schalenaufbau durch die erste Zahlenreihe (bis zu den eingeklammerten Zahlen), bei den schwereren Atomkernen durch die zweite Zahlenreihe bestimmt (nach den eingeklammerten Zahlen).

Magma, heiße, schmelzflüssige silikatische Massen der Erdtiefe, die durch Aufdringen in höhere Erdschichten zu magmatischen → Gesteinen, an der Erdoberfläche zu Lava erstarren. Die chem. Zusammensetzung ändert sich mit dem Auskristallisieren der gesteinsbildenden Mineralien und durch Aufschmelzen angrenzender Gesteine in der Tiefe. Die im M. enthaltenen flüchtigen Bestandteile, bes. Wasserdampf, Kohlendioxid, Fluor, reichern sich während der Gesteinsbildung unter hohem Druck an und führen in der Endphase zur Bildung der grobkristallinen Pegmatite. Saure Gesteine erstarren bei 600–700°C, basische bis oberhalb 1100°C.

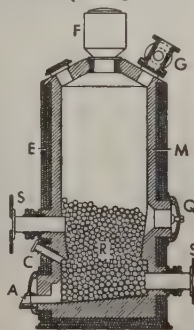
Magnalium, Aluminiumlegierung mit 2–30% Magnesium und anderen Beimengungen.

Magnesia, das Magnesiumoxid (→ Magnesium).

Magnesiaweiß ist eine weiße Mineralfarbe, ein Gemisch von Gips oder Bariumsulfat mit Magnesia.

Magnetit, weißes bis gelbliches rhomboedrisches Mineral, $MgCO_3$, kommt als Zersetzungsprodukt von Serpentin oder durch Umwandlung von Dolomit vor und dient zur Herstellung von feuerfesten Ziegeln und von Magnesiumoxid.

Magnesium, Mg , chemisches Element aus der Gruppe der Erdalkalimetalle. Ordnungszahl 12, Massenzahlen 24, 25, 26, Atomgewicht 24,312; Schmelzpunkt 657°C, Siedepunkt 1102°C, Leichtmetall der Dichte 1,74 g/cm³. M. kommt in der Natur nur in Form von Verbindungen vor. Die Gesteine der obersten Erdrinde enthalten etwa 2 Gewichtsprozent M., die darunterliegenden Schichten wahrscheinlich noch mehr. Weit verbreitete M.-Mineralien sind u. a. die M.-Silikate **Serpentin**, **Olivin**, **Meerschaum** (für Zigarettenspitzen u. ä.), **Asbest**. Die techn. Reindarstellung geht aus von **Magnetit**, das aus M.-Karbonat, $MgCO_3$, besteht, **Dolomit**, **Karnallit** und Meerwasser, das etwa 0,5% M.-Salze, vorwiegend M.-Chlorid, $MgCl_2$, enthält. Bei den meisten Verfahren wird zunächst wasserfreies M.-Chlorid hergestellt, das dann in geschmolzenem Zustand elektrolysiert wird. M. verbrennt mit sehr heller Flamme; es ist daher häufig Hauptbestandteil von Blitzlichtpulvern, Feuerwerkskörpern u. ä. Für andere techn. Zwecke kommen nur → Magnesiumlegierungen in Betracht. – Wichtige VERBINDUNGEN (neben den schon genannten): M.-Oxid, **Magnesia**, MgO , das auch in der Natur als **Periklas** vorkommt, wird technisch aus dem Magnetit gewonnen. Es wird als feuerfestes Material für Tiegel, Brennöfen u. dgl. verwendet. M.-Sulfat, **Bittersalz**, $MgSO_4$, wird u. a. als Abführmittel benutzt. – M.-Salze sind wichtige Bestandteile des Chlorophylls. Die Welt-



Magnesium: Chlorierungs-Ofen; A Abstichöffnung, C Chloreintritt, E Eisenmantel, F Füllöffnung, G Gasaustritt, M Mauerwerk, Q Abraumnöffnung, R Rieselschicht aus Kohle, S Elektroden. (Nach Winnacker-Weingaertner, Chemische Technologie)

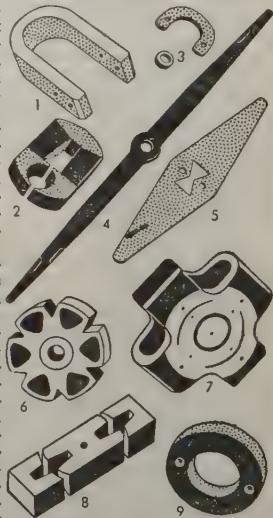
produktion von M. betrug 1961: 70000 t, davon Verein. Staaten 37000 t, Sowjetunion 31000 t, Norwegen 14600 t, Kanada 7000 t, Bundesrep. Dtl. 2900 t, Italien 5600 t.

Magnesiumlegierungen, bes. mit Aluminium, Zink oder Mangan, werden wegen ihres niedrigen spezif. Gewichts und ihrer guten Festigkeit vorzugsweise im Flugzeug- und Fahrzeugbau, insbes. für Zylinderblöcke, in der feinmechan. und optischen Industrie (dort vorwiegend für im Spritzguß hergestellte Teile) verwendet. Eine der ersten M. wurde als **Elektron** bekannt. Wegen der hohen Affinität des Magnesiums zum Sauerstoff werden auch Legierungen mit 10–50% Magnesium mit Kupfer, Zink, Zinn, Nickel oder Eisen als Desoxydationsmittel erschmolzen. Legierungen mit Aluminium-Gehalten bis etwa 50% werden in Brandbomben angewandt.

Magnet, Träger von → Magnetismus. Dauer- (Permanent-) M. aus → Magnetwerkstoffen werden z.B. in Drehspulmeßinstrumenten (→ Galvanometer), als **Magnetnadel**, bei Fernschildeinrichtungen, in Lautsprechern, Mikrofonen, Telefonweckern, Kopfhörern, zur Erzeugung elektr. Energie in kleinen Stromgeneratoren (Fahrraddynamos, Zündmaschinen) verwendet, ferner zur Übertragung von Drehmomenten (magnetische Kupplung) oder zur Bremsung von Drehbewegungen (in Elektrizitätszählern) und Schwingungen (Waagendämpfung). – Zur Magnetisierung der Dauer-M. verwendet man starke magnetische Felder oder Stromstoßgeneratoren. (→ Elektromagnet)

Magnetbildverfahren, ein dem → Magnettonverfahren entsprechendes Verfahren zur Aufzeichnung von Bildern. Die in der Aufnahmekamera (→ Fernsehen) entstehenden elektr. Impulse werden, zeitlich verschoben, auf eine Anzahl nebeneinander liegender Köpfe gegeben, die sich mehrspurig auf ein breites Magnetband zeichnen. Der nötige Frequenzumfang (beim Farbfernsehen bis 5 MHz) wird durch hohe Bandgeschwindigkeit (bis 9 m/s) oder Vermehrung der Zahl der Köpfe erzielt.

Magnetisenstein, → Magnetit. **Magnetfeld**, → Magnetismus, → Feld. **Magnetfeldröhre**, → Magnetron. **magnetische Doppelbrechung**, **magnetische Drehung der Polarisationsebene**, → Magnetooptik. **magnetische Flasche**, eine Anordnung von Magnetfeldern zur Halterung eines hocherhitzten Plasmas. Ein homogenes Magnetfeld wird von zwei weiteren Feldern derart überlagert, daß die Feldlinien sich an zwei Stellen enger zusammendrängen. Ein in Richtung des homogenen Feldes fliegendes Teilchen wird an diesen Stellen gebremst und reflektiert, so daß es durch die beiden „magnetischen Spiegel“



Magnete für: elektrische Meßinstrumente (1 alte, 2 neue Bauform), Fernmeldetechnik (Kopfhörermagnet, 3), Kompass (4), 5 neue Bauform), Elektrizitätszeiger (6), Lautsprecher (7), Kupplungen (8) und Ultraschwellen-Technik (9).

und durch seine Schraubenbewegung um die Feldlinien wie in einer Flasche eingesperrt bleibt.

magnetische Induktion, eine das magnet. Feld bestimmende Meßgröße: der in einer Drahtschleife beim Entstehen oder Verschwinden eines Magnetfeldes induzierte, auf die Flächeneinheit bezogene Spannungsstoß, gemessen in Vs/m^2 (→ Magnetismus, → Feld).

magnetische Linse, magnetische Elektronenlinse, → Elektronenoptik.

magnetische Messungen. Kleine Feldstärkenänderungen werden mit dem **Magnetometer** gemessen, einer kleinen Magnetnadel mit Spiegel und Skala. Die **Stromwaage** besteht aus einer am Ende eines Waagebalkens befestigten stromdurchflossenen Spule. Das durch ein Magnetfeld auf sie ausgeübte Drehmoment wird durch Gewichte kompensiert und damit gemessen. – Beim **magnet. Spannungsmesser** (**Rogowski-Gürtel**) wird das Magnetfeld mit Hilfe der in einer Spule induzierten Spannung gemessen. – In einem Magnetfeld ändert sich der elektr. Widerstand von reinem, gepreßtem Wismut bei Zimmertemperatur etwa um 50 % des Anfangswertes, wenn das Feld von 0 auf 10000 Oe (etwa $0,8 \cdot 10^6$ A/m) geändert wird. Nicht zu schwache Felder lassen sich daher durch Widerstandsmessung einer **Wismutspirale** bestimmen. Die **magnetoopt. Effekte** (→ **Magnetooptik**) lassen sich ebenfalls zur Magnetfeldmessung heranziehen.

Erdmagnetische Messungen. Bei Beobachtung auf dem Lande wird die Deklination mit dem **magnet. Theodoliten** gemessen: Die Einstellung einer Magnetnadel, die an ihren Enden Spiegel trägt, wird durch ein Fernrohr beobachtet, dessen Achsenrichtung an einem Horizontalkreis ablesbar ist. Zur Messung der Inklination dient der **Erdinduktor** oder das **Nadelinklinatorium**. Bei letzterem schwingt eine Magnetnadel in der Ebene des magnet. Meridians um eine horizontale Achse und stellt sich in die Richtung der magnet. Kraftlinien ein. Beim **Erdinduktor** wird eine Spule hoher Windungszahl über eine biegsame Antriebswelle in rasche Drehungen um eine in der Windungsfläche liegende Achse versetzt. Die Rotationsachse kann ferner um die vertikale Achse des Horizontalkreises geschwenkt und um eine horizontale Achse gekippt werden, so daß sie in die Ebene des magnet. Meridians und in dieser in die Richtung der Kraftlinien des Erdfeldes gebracht werden kann. In dieser Lage wird in der rotierenden Spule kein Strom induziert. An einem vertikalen Teilkreise kann mit Mikroskopen die Neigung des Kraftfeldes abgelesen werden. – Neuerdings werden bes. für regionale Relativmessungen **elektrodynam. Meßmethoden** angewandt, bei denen die Wirkung der induzierenden Kraft des Erdfeldes auf die Magnetisierung von ferromagnet. Stoffen gemessen wird. Ein hochempfindl. Gerät zum Vermessen des Erdfeldes ist das **Protonen-Resonanz-Magnetometer**. Ein geschlossenes, mit Wasser gefülltes Gefäß wird über dem Erdboden aufgehängt, die Protonen der Wassermoleküle werden durch ein starkes Magnetfeld ausgerichtet. Beim plötzlichen Ausschalten des Feldes pendeln die Protonen um die Richtung des Erdfeldes und erzeugen einen sehr schwachen Wechselstrom, aus dessen Frequenz man die genaue Stärke des Erdfeldes berechnen kann. Das Gerät zeigt geringste Feldänderungen an, wie sie z.B. durch unterird. Mauerreste hervorgerufen werden; Anwendung in der Archäologie.

F. KOHLRAUSCH: Praktische Physik, 2 (1962).

magnetisches Gebläse, eine Vorrichtung, die Öffnungsfunken schnell abreißen läßt. Ein Elektromagnet, dessen Polschuhe so ausgebildet sind, daß der entstehende Kraftlinienfluß die Kontaktbahn schneidet, liegt mit seiner Wicklung im Nebenschluß zum Hauptstrom. Wird der Hauptstrom geöffnet (ausgeschaltet), dann wird die Spule plötzlich stark erregt und bläst durch ihr Magnetfeld den Öffnungsfunken im Bruchteil einer Sekunde aus.

magnetisches Moment, → Magnetismus.

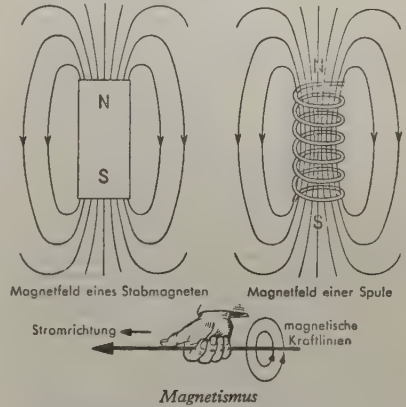
magnetisches Pumpen, **Gyrorelaxation**, die Energiezufuhr an ein Plasma durch periodische

Änderung des stabilisierenden Magnetfeldes. Dadurch entsteht ein elektromagnet. Wechselfeld, das ständig Energie an das Plasma abgibt. Das m. P. dient zur Aufheizung von Plasmen bei Kernverschmelzungsversuchen.

magnetische Stürme, magnetische Störungen, magnetische Gewitter, zeitliche, z.T. sehr starke Schwankungen der erdmagnet. Größen (→ Erdmagnetismus). Häufigkeit und Stärke der m. S. sind deutlich von der Sonnentätigkeit (Sonnenflecken) abhängig und zeigen wie diese einen 11jähr. Zyklus. Als Ursache der m. S. nimmt man Ströme von elektrisch geladenen Teilchen an, die von der Sonne ausgestoßen werden und in das Magnetfeld der Erde eindringen. In mittleren und niederen Breiten ist ihre Hauptphase durch Abnahme der Horizontalintensität des erdmagnet. Feldes gekennzeichnet. Diese läßt sich als Wirkung eines langsam abklingenden elektr. Ringstromes in der die Erde umschließenden Ladungswolke deuten.

Magnetisierung, → Magnet, → Polarisation; **Magnetisierungskoeffizient**, → Suszeptibilität.

Magnetismus, ursprünglich das Vermögen einiger Stoffe, weiches Eisen anzuziehen.



MAGNETOSTATIK. Ein horizontal frei drehbar aufgehängter Stabmagnet stellt sich in die N-S-Richtung (**magnet. Kompaß**), abgesehen von der Deklination (→ Erdmagnetismus). Nähert man einen nach N weisenden Pol, den **Nordpol** des Magneten, einem zweiten, drehbar aufgehängten Magneten, so wird dessen Nordpol abgestoßen, während der **Südpol** angezogen wird; gleichnam. Pole stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an. Die Einstellung der Nadel des magnet. Kompasses in die N-S-Richtung beruht auf den gleichen Anziehungs- und Abstoßungskräften der erdmagnet. Pole (→ Erdmagnetismus). Für die Kraft, die zwei isoliert gedachte Pole aufeinander ausüben, gilt wie bei elektr. Ladungen das **Coulombsche Gesetz** (→ Coulomb). Der Zustand des Raumes in der Umgebung eines Magneten heißt **magnet. Feld** oder **Magnetfeld** (→ **Feld**). Man kann es durch Kraftlinien veranschaulichen, die an jeder Stelle die Richtung der auf einen isolierten Pol ausgeübten Kraft haben und deren Dichte proportional der magnet. Induktion gemacht wird.

Nicht nur ein Magnet, sondern auch jeder elektr. Strom erzeugt ein Magnetfeld; bei einem geraden Leiter bilden die Kraftlinien konzentrische Kreise (→ Elektrizität). Die Feldlinien umschlingen den Leiter im Sinne der Drehrichtung eines Korkziehers, den man in der Stromrichtung vorwärts dreht (**Korkzieherregel**). Das Feld einer langgestreckten stromdurchflossenen Spule hat eine ähnl. Form wie das Feld eines Stabmagneten (**BILD**). Während Kraftmessungen im Magnetfeld zum Begriff der magnet. Induktion führen, erhält man aus Messungen der felderzeugenden Ströme die **magnet.**

Magnetit – Magnetostriktion

Feldstärke. Die Induktion wird gemessen durch die Kraft auf die Einheit eines Probstroms senkrecht zur Feldrichtung; Maßeinheit Vs/m^2 . Die Feldstärke wird durch den Strom in einer Spule bestimmt, deren Länge groß gegenüber dem Querschnitt ist; Maßeinheit A/m . Die Induktion B und die Feldstärke H sind im Vakuum einander proportional: $B = \mu_0 H$. Die Konstante μ_0 , die Permeabilität des Vakuums oder Induktionskonstante, ist im prakt. Maßsystem gleich $4\pi \cdot 10^{-7} Vs/Am$.

Ein Magnet mit seinen beiden Polen stellt einen $\rightarrow$ Dipol dar. Das Produkt aus Kraftfluß (auch Polstärke) und Polabstand ist das magnet. Moment. Schneidet man einen elektr. Dipol zwischen den Polen in 2 Teile auseinander, so erhält man 2 freie elektr. Ladungen; bei einem Magneten dagegen entstehen durch mechan. Trennung stets 2 vollständige Magnete mit je 2 Polen. Es gibt keine freien Magnetpole. Die Mitte des Magneten ist vor der Zerteilung deshalb unmagnetisch, weil sich 2 berührende ungleichnamige Pole in ihren Wirkungen gegenseitig aufheben. Man kann sich deshalb jeden Magneten aus kleinsten $\rightarrow$ Elementarmagneten zusammengesetzt denken.

VERÄNDERLICHE MAGNETISCHE FELDER. Den praktischen und theoret. Ausgangspunkt für die Erscheinungen des Elektromagnetismus bildet die Verknüpfung der Vorgänge in statischen und langsam veränderlichen magnet. und elektr. Feldern ($\rightarrow$ Elektrizität, $\rightarrow$ Maxwell'sche Theorie). Nicht nur erzeugt jeder elektr. Strom ein Magnetfeld, sondern auch jedes Magnetfeld übt auf elektr. Leiter eine Wirkung aus, wenn sich die Konfiguration des Leiters relativ zum Magnetfeld ändert: an den Enden des Leiters entsteht eine elektr. Spannung ($\rightarrow$ Induktion), d. h. die Änderung des Magnetfeldes ruft ein elektr. Feld hervor. Bei schnellen Änderungen lassen sich die elektr. und magnet. Vorgänge nicht mehr trennen.

ATOMISTIK DER MAGNET. ERSCHEINUNGEN. Das scheint so verschiedenartige Auftreten magnet. Felder wird durch die Atomphysik einheitlich begründet. Danach wird jeder M. durch elektr. Ströme erzeugt. Die meisten Atome und Moleküle haben ein bleibendes magnet. Moment, das sich aus den Momenten der kreisenden Elektronen und der $\rightarrow$ Spins der Elektronen und Kerne ($\rightarrow$ Paramagnetismus) zusammensetzt. Wenn sich diese Momente gegenseitig aufheben, so daß also das bleibende magnet. Moment verschwindet, kann nur durch ein äußeres Magnetfeld Ladungsverschiebung und damit ein magnet. Moment induziert werden ($\rightarrow$ Diamagnetismus). In den Kristallen einiger Stoffe können durch Austauschkräfte die bleibenden Momente der Bausteine über große Gebiete parallel gerichtet werden ($\rightarrow$ Ferromagnetismus). Stoffe mit bleibenden magnet. Momenten der Elementarbereiche sind im allgem. nach außen unmagnetisch, da ihre Elementarmagnete regellos angeordnet sind. Durch ein äußeres Feld werden sie proportional zu dessen Stärke mehr und mehr ausgerichtet, da die Temperaturbewegung der vollständigen Ausrichtung entgegenwirkt.

Weiteres $\rightarrow$ Elektrizität, $\rightarrow$ Magnetooptik, $\rightarrow$ Magnet.

Magnetit, Magneteisenstein (TABEL Mineralien und Gesteine), magnetisches, schwarzes, matt metallisch glänzendes, kubisches Mineral, Fe_3O_4 , wichtiges und mit 72,4 % Eisen das eisenreichste Erz. M. kommt in großen Lagern derb, bes. in Schweden, Amerika und am Ural, lose in Magnetitandsen und in Oktaedern in kristallinen Schieffern vor.

Magnetkies, bronzefarbenes, magnetisches, matt metallisch glänzendes Mineral, FeS . Er kommt meist derb in basischen und metamorphen Gesteinen vor. Aus M. wird durch Abrosten *Poliortot*, ein Eisenoxid, gewonnen.

Magnetograph, ein Gerät zur Aufzeichnung der zeitl. Veränderungen des erdmagnet. Feldes.

Magneto-hydrodynamik, die Theorie der Strömungsvorgänge in elektrisch leitenden Flüssigkeiten und Plasmen unter Einwirkung magnet. Felder. Zur Beschreibung solcher Vorgänge zieht man ein Gleichungssystem heran, das sich aus den Grundgleichungen der Hydrodynamik und den Maxwell'schen Gleichungen zusammensetzt (*hydromagnet. Gleichungen*). Spezielle magneto-hydrodynam. Erscheinungen sind die *hydromagnetischen Wellen*, deren transversaler Anteil sich wie elektromagnetische und deren longitudinale Anteil sich unter bestimmten Bedingungen wie Schallwellen verhält. Die M. hat große Bedeutung für die Versuche zur Beherrschung der $\rightarrow$ Kernverschmelzung.

magneto-hydrodynamischer Generator, MHD-Generator, ein elektr. Stromerzeuger ohne bewegl. Teile, bei dem der Läufer durch ein mit hoher Geschwindigkeit strömendes heißes ionisiertes Gas ersetzt ist. Das Gas strömt durch die Düse einer Brennkammer, an die ein magnet. Querfeld gelegt ist und in der sich seitlich zwei Elektroden gegenüberstehen. Das Magnetfeld lenkt die Ionen seitlich ab, wo sie von den Elektroden aufgefangan und abgeleitet werden. Versuchsmodelle mit über 1000 kW Leistung wurden in den Verein. Staaten entwickelt; Gastemperatur etwa 2900°C, Gasgeschwindigkeit über 1 km/s (dreifache Schallgeschwindigkeit).

magneto-kalorischer Effekt, durch Änderung der Magnetisierung erzeugte Temperaturänderung (DEBYE 1926, GIAUQUE 1927). Durch Entmagnetisierung paramagnetischer Salze konnte eine Temperaturerniedrigung bis auf 0,00114°K, durch Einwirkung auf die magnetischen Momente der Atomkerne eine solche bis auf 0,000015°K erreicht werden.

magnetomechanischer Parallelismus: Das magnet. Moment eines Stromes von mit konstanter Geschwindigkeit auf einem Kreis bewegten Ladungen e ist dem Drehimpuls der kreisenden Massen m proportional. Der Proportionalitätsfaktor hat die Größe $\mu_0 e/2m$, wo μ_0 die Induktionskonstante ist.

Magnetometer, $\rightarrow$ magnetische Messungen.

Magneton, das Elementarquantum des magnet. Moments, das man durch Anwendung des $\rightarrow$ magnetomechanischen Parallelismus auf einen elementaren Kreisstrom mit dem mechan. Drehimpuls $h/2\pi$ erhält. Kreisströme mit ganzen Vielfachen dieses Drehimpulses stellen nach der Quantentheorie alle Partikel dar, z. B. Elektronen auf ihrer Bahn im Atom, aber auch bei der Drehung um ihre eigene Achse ($\rightarrow$ Spin), Nukleonen im Kern, ganze Kerne usw. Das dem Drehimpuls $h/2\pi$ entsprechende M. heißt *Bohr'sches M.*, das der 1840mal größeren Nukleonmasse entsprechende 1840mal kleinere M. *Kern-M.* Während das Bohr'sche M. durch Atomstrahlmessungen bestätigt wurde, ist das magnet. Moment des Protons 2,8 Kern-M. und das des Neutrons, das überhaupt kein magnet. Moment haben sollte (es ist ungeladen), $-1,9$ Kern-M.

Magnetooptik behandelt den Einfluß des magnet. Feldes auf die Ausbreitung sowie die Emission und Absorption des Lichtes. 1) *Magnet. Drehung der Polarisationssebene, Magnetorotation, Faraday-Effekt* (1845): Beim Durchgang linear polarisierten Lichtes durch magnetisierte Stoffe parallel zu den magnet. Kraftlinien ist die Polarisationssebene gegenüber dem Zustand bei abgeschaltetem Feld gedreht. Der Drehwinkel ist unter normalen Bedingungen der Schichtdicke und der magnet. Feldstärke proportional mit einer von Temperatur und Wellenlänge abhängigen Konstanten (*Verdet'sche Konstante*). 2) *Magnet. Doppelbrechung,* die dem elektrooptischen $\rightarrow$ Kerreffekt analoge Erscheinung in Magnetfeldern. Neben dem auf der Ausrichtung der Moleküle beruhenden $\rightarrow$ Cotton-Mouton-Effekt läßt sich in der Nähe starker Absorptionslinien ein Einfluß auf die Elektronenbewegung beobachten (*Voigt-Effekt*). 3) $\rightarrow$ Kerreffekt 2), 4) $\rightarrow$ Zeemaneffekt.

Magnetosphäre, diejenige Zone der hohen Atmosphäre, in der schnelle Teilchen vom Magnetfeld der Erde eingefangen sind ($\rightarrow$ Strahlungsgürtel). Sie reicht von etwa 600 km bis 50–80000 km Höhe über der Erdoberfläche.

Magnetostatik, $\rightarrow$ Magnetismus.

Magnetostriktion, Joule-Effekt, die Längenänderung ferromagnetischen Materials im Magnet-

feld (Längs-M.). Dabei bleibt das Volumen annähernd erhalten, die relative Volumenänderung der Volumen-M. ist etwa 100mal kleiner als die relative Längenänderung. Verwendung zur techn. Erzeugung von Ultraschall.

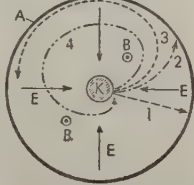
Magnetron, Magnetfeldröhre, Hochvakuum-Elektronenröhre der Höchstfrequenztechnik. Ein zeitlich konstantes Magnetfeld wirkt auf Elektronen, die von einer Glühkathode emittiert werden und zur Anode wandern. Das Magnetfeld verläuft parallel zur Kathode, die in der Achse der kreisförmigen Anode liegt. Die radial durch das elektr. Feld beschleunigten Elektronen weichen mit Steigerung des Magnetfeldes von ihrer geraden Bahn ab und beschreiben gekrümmte Bahnen; bei einer bestimmten kritischen Induktion fliegen sie streifend an der Anode vorbei, bei weiter erhöhter Induktion kehren sie in immer größerem Abstand von der Anode um und zur Kathode zurück. Auch mehrfache Umläufe der Elektronen um die Kathode können erzeugt werden. Bei Anschaltung eines Schwingkreises, der in Resonanz schwingt, z. B. eines Lechersystems an Kathode und Anode, arbeitet ein derartiges *Hull-sches M.* als Generator hochfrequenter Schwingungen. Beim *Habann-M.* ist der Anodenzyylinder durch Schlitze parallel zur Kathode in zwei gleiche Teile zerlegt, zwischen ihnen ist der Schwingkreis angeschaltet. Technisch am bedeutungsvollsten sind *Vielschlitz-M.*: der massive Anodenzyylinder aus Kupfer ist in regelmäßigen Abständen parallel zur Zylinderachse zylindrisch durchbohrt; alle Bohrungen stehen auf ihrer ganzen Länge durch einen Schlitz mit einer zentralen Bohrung für die Kathode in Verbindung. Die längs des Anodenzyylinderumfangs verteilten Bohrungen sind als Induktivitäten, die Schlitze als Kapazitäten aufzufassen und bilden zusammen die frequenzbestimmenden Schwingkreise. Die hochfrequente Schwingungsenergie wird mittels Koppelschleife oder über Koppelschlitz auf Hohlleiter gekoppelt, in denen sie zum wird. Die M. eignen sich bes. zur Erzeugung großer Impulsleistungen (bis etwa 10^4 Watt) bei Zentimeterwellen, wobei kleine Abmessungen und hoher Wirkungsgrad (bis etwa 55%) die bemerkenswertesten Vorteile sind. Die M. sind Laufzeitröh-

ren (→ Laufzeitercheinungen); Abarten → Lauffeldröhren.

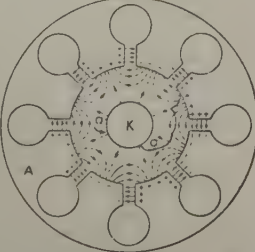
K. HINKEL: M. (1961).

Magnetscheider, Gerät zur Trennung magnet. Teile von unmagnetischen: Das Gemenge wird über eine sich drehende Trommel geführt, in der sich Elektromagnete befinden; unmagnet. Stücke fallen sofort ab, magnetische werden eine kurze Strecke mitgenommen und fallen erst ab, wenn sie den Bereich der Magnete verlassen haben.

Magnettonverfahren, magnetisches Schallaufzeichnungsverfahren. Zur Aufnahme wird ein Stahldraht oder Stahlband, meist aber ein schmales Band aus Kunststoff mit Magnetitauflage (*Tonband*) an den Polen eines Elektromagneten (*Sprechkopf*) vorbeigeführt, dessen Feldstärke entsprechend den Schallschwingungen, die im Aufnahmemikrophon in elektr. Schwingungen umgewandelt und

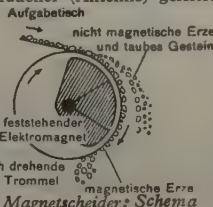


Magnetron: Elektronenbahnen unter dem Einfluß eines elektr. und eines magnet. Feldes im Hull-Magnetron mit ungeschlitzter Anode (statischer Betrieb): 1. Elektronenbahn bei schwachem Magnetfeld, 2. bei starkem, überkritischem Magnetfeld, 3. bei kritischem Magnetfeld, 4. bei starkem, überkritischem Magnetfeld.



Vielschlitz-Magnetron: Augenblicksverlauf des Wechselfeldes: A Anodenblock, K Kathode, a Elektronenbahnen.

Verbraucher (Antenne) geleitet



Magnettonverfahren: Magnettongerät: a Bandteller, b Löschkopf, c Sprechkopf, d Hörkopf, e Bandantrieb, f Mikrophon, g Umschalter für Aufnahme (A) und Wiedergabe (W), h Verstärker, i Lautsprecher.

anschließend verstärkt wurden, verändert wird. Das Band wird hierbei verschiedentlich stark magnetisiert. Bei der Wiedergabe wird es am Hörkopf vorbeigeführt, in dessen Wicklung es der wechselnden Magnetisierung entsprechende elektr. Schwingungen induziert, die anschließend verstärkt und mit einem Lautsprecher in Schall zurückverwandelt werden. Bänder mit nicht mehr benötigten Aufnahmen können mit dem Löschkopf magnetisch gelöscht und so beliebig oft verwendet werden. Das M. findet beim Rundfunk für Reportagen, Hörspiele usw. sowie beim Tonfilm umfangreiche Verwendung. Für Heimaufnahmen werden Geräte mit einer Bandlaufgeschwindigkeit von 19 und 9,5 cm/s gebaut. Bei diesen wird eine Doppel- oder Vierspuraufzeichnung angewendet. Für Stereoaufnahmen werden zwei Spuren gleichzeitig und für Monoaufnahmen die Spuren im allgemeinen nacheinander in entgegengesetzten Richtungen geschrieben. Bei einer Laufgeschwindigkeit von 19 cm/s und Doppelspurverfahren ergibt sich eine Gesamtspiel-dauer von 2 Stunden bei 700 m Band.

D. A. SNEL: Magnet. Tonaufzeichnung (1962); KNOBLOCH: Der Tonband-Amateur (1961).

Magnetwerkstoffe, 1) magnetisierbare Werkstoffe mit hohen Werten an remanenter magnet. Energie (Dauermagnete) sind: a) gehärtete Kohlenstoff-Stähle; b) kohlenstoffhalt. Chrom- oder Chrom-Kobalt- oder Wolfram-Stähle, auch mit Zusatz von Molybdän; c) Legierungen aus Eisen, Nickel und Aluminium, oft mit Zusätzen von Kobalt, Kupfer und Titan. Diese M. besitzen den höchsten Energieinhalt und werden am meisten verwendet; d) Legierungen aus Eisen, Kobalt und Vanadin; e) Kupfer-Nickel-Legierungen mit Eisen oder Kobalt; f) Platin, mit Eisen oder Kobalt legiert; g) verfestigte Eisen- oder Eisen-Kobalt-Pulver (*Pulvermagnete*); h) verfestigte Gemische aus Eisenoxiden mit Kobalt- oder Bariumoxiden (*Oxidmagnete*).

2) unmagnetisierbare Eisenwerkstoffe, die möglichst vollkommen magnetisierbar sind (geringe Koerzitivkraft) und nach Verschwinden des magnetisierenden Feldes wieder möglichst unmagnetisch werden (geringe Remanenz): a) Dynamobleche aus kohlenstoffarmem Eisen mit 0,4–3,0% Silizium und Transformatorblech mit 3,0–4,4% Silizium; b) Guß- und Schmiedestücke, z. B. für Polräder, aus Eisen mit niedrigen Gehalten an Fremdstoffen oder legiert mit Kohlenstoff bis 0,40%, Silizium bis 0,5% und Mangan bis 1,5%, auch mit Zusätzen von Chrom, Nickel oder Molybdän; c) für Sonder-

Magnus-Effekt – Maltose

zwecke (magnet. Verstärker, Regler- und Nachrichtentechnik u. a.) Nickel-Legierungen mit Eisen, auch mit Zusätzen von Molybdän und Kupfer, ferner Karbonyleisen oder Elektrolyteisen.

Im Gegensatz zu den ferromagnet. Stoffen stehen die nichtmagnetisierbaren Stähle mit Nickel bis 27 % oder Mangan bis 14 %, auch mit Zusätzen von Chrom, Wolfram u. a.; Verwendung für Kompaßgehäuse, Induktorkappen u. dgl. zur Vermeidung von Wirbelströmen.

J. FISCHER: Abriß der Dauermagnetkunde (1949); F. PAWLEK: Magnet. Werkstoffe (1952).

Magnus-Effekt: Um einen in einer Gas- oder Flüssigkeitsströmung rotierenden Zylinder ergibt sich eine unsymmetr. Geschwindigkeits- und damit Druckverteilung, aus der eine Querkraft senkrecht zur Strömung und senkrecht zur Zylinderachse resultiert. Der M.-Effekt spielt eine Rolle bei rotierenden, fliegenden Körpern (Gegenschosse, Tennisbälle). Eine zwar wirksame, aber unwirtschaftliche Anwendung des M.-Effekts als Schiffsantrieb ist der *Flettner-Rotor*.

Mähndrescher, ein Zusammenbau von Getreidemähmaschine, Dreschmaschine und z. T. Strohpresse.

Mahlbusen, WASSERBAU: erhöht angelegtes Rinnal in einer eingedeichten Niederung, in das bei künstlicher Entwässerung Schöpfwerke das abzuleitende Wasser heben, um es während der Ebbe mit natürl. Gefälle durch ein Siel abfließen zu lassen.

Mahlgang, eine Maschine zum Zerreiben von Getreidekörnern, Farben, Gips u. a. mit zwei rundeisernen, geriffelten *Mahlsteinen* (Sandstein, Basalt, Karborundum). Meist ist der obere drehend, der untere fest. Durch ein Loch in der Mitte des Obersteins fällt das Mahlgut zwischen die Steine.

Mähmaschine, eine Maschine zum Schneiden von Gras und Getreide. Ein zweirädriges Fahrgestell trägt meist seitlich das Schneidwerk. In dem kammähnlich mit Fingern versehenen Balken (Fingerbalken) bewegt sich das hin- und hergehende Messer, dessen Klinge mit den Gegenschneiden der Fingerplatten den Schnitt ausführt. Gegenüber dem *Grasmäher* besitzt die *Ablegemaschine* hinter dem Schneidwerk zusätzlich einen Ablegestich, von dem die abgeschnittenen Halme durch kreisende Rechen seitlich abgestreift werden. Beim *Mähbinder* wird das Getreide durch umlaufende Stäbe oder einen Haspel auf ein hinter dem Schneidwerk befindliches Förderloch gelegt. Ein Tuchelevator bringt die Halme zum Bindertisch, wo sie zur Garbe gesammelt, gebunden und abgeworfen werden. Das Schneidwerk und die übrigen Teile werden von den Laufrädern, durch einen Einbaumotor oder die Zapfwelle der Zugmaschine angetrieben. Beim *Rasennmäher* treiben die zwei Laufräder einen Trommelkäfig mit schräg zur Achse befestigten Messern.

→ Mähndrescher.

Maifeld, WASSERBAU: der meist erhöhte Bodestreifen, auf dem ein Deich steht.

Maische, 1) BRAUEREI: das mit Wasser angesetzte zerleinerte Darmalz. 2) BRANNTEINFABRIKATION: eine den aufgeschlossenen Rohstoff und das Malz enthaltende, unfiltrierte Flüssigkeit. 3) WEINKELTEREI: das gemahlene Traubengut. Bei der Rotweinebereitung läßt man die M. vergären. Weißweine M. wird in der Regel sofort abgepreßt. 4) ZUCKERFABRIKATION: Rührgefäß zur Entzuckerung und Abkühlung des Suds.

Makadamdecke, → Straße.

Mako, lang- und feinfaserige oberägypt. Baumwolle von gelblicher Naturfarbe.

Makromoleküle, fadenförmige oder dreidimensionale Riesenmoleküle aus über tausend bis zu Millionen Atomen. Eine Reihe von Naturstoffen wie Zellulose, Eiweißstoffe, Kautschuk und Stärke sowie die meisten → Kunststoffe bestehen aus M. Makromolekulare Stoffe verhalten sich in mancherlei Hinsicht völlig anders als niedermolekulare.

H. BATZER: Einführung in die makromolekulare Chemie (1958); B. VOLLMERT: Grundriß der makromolekularen Chemie (1962).

Makrophysik, zunächst die Physik der unmittelbaren wahrnehmbaren Gegenstände der täglichen Erfahrung und der über diese hinausgehenden Gegenstände der Fixsternwelt. Gegenstände der M. sind jedoch auch kleine, dem unbewaffneten Auge nicht mehr wahrnehmbare Körper, sofern sie wesentlich größer als einzelne Atome oder Moleküle sind. Gegensatz: *Mikrophysik*.

makroskopisch, mit bloßem Auge erkennbar. Gegensatz: *mikroskopisch*.

Makuluöl, das giftige Öl von *Hydnocarpus venenata*, enthält Hydnocarpus- und Chaulmoogra-säure.

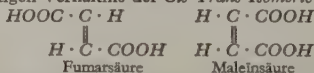
Malachit, grünes, undurchsichtiges Mineral, $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$, meist in statolithischen oder niedrigen Aggregaten oder dicht; wichtiges Kupfererz der Oxydationszone, auch als Schmuckstein und zur Verkleidung von Prunkgeräten und -bauten verwendet. (TAFEL Mineralien und Gesteine)

Malachitgrün, ein künstl., dem Malachit ähnlicher blaugrüner Farbstoff; entsteht bei der Einwirkung von Benzaldehyd auf Dimethylanilin in Gegenwart von Chlorzink oder Salzsäure und gehört zur Triphenylmethangruppe.

Malathion, ein Ester der Thiophosphorsäure, Insektenbekämpfungsmittel, verwandt mit E 605.

Maleinatharze, helle, lichtbeständige Lackkunstharze, hergestellt aus Kolophonum, Maleinsäure und Polyalkoholen (Glycerin, Pentaerythrit).

Maleinsäure, $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_4$, eine ungesättigte zweibasische organ. Säure, entsteht z. B. unter Wasserabspaltung neben der *Fumarsäure* aus der *Apfelsäure*. M. und Fumarsäure stehen in dem theoret. wichtigen Verhältnis der *Cis-Trans-Isomerie*:



Malm, → Erdgeschichte.

Malonsäure, $\text{HOOC} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$, eine zweibasische organ. Säure, findet sich in der Runkelrübe, wird dargestellt durch Verseifung der Zyannessigsäure. Beim Erhitzen über ihren Schmelzpunkt (132°C) zerfällt sie in Essigsäure und Kohlendioxid. Ihr Äthylester, $\text{H}_3\text{C}_2\text{OOC} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOC}_2\text{H}_5$, eine angenehm riechende Flüssigkeit, wird in der organ. Chemie für zahlreiche Synthesen verwendet. In der Barbitursäure ist der als *Malonyl* bezeichnete Rest der M., $\text{OC} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO}$, mit Harnstoff verknüpft.

Maltase, α-Glukosidase, ein bes. die → Maltose spaltendes Enzym.

Maltserkreuz, ein Schaltgetriebe, meist benutzt als Filmschaltwerk zum ruckweisen Weiterbewegen von Kinofilmen. Es besteht aus einer Sperrscheibe mit einem Ausschnitt und einem Antriebsstift, der bei jeder Umdrehung einmal in die Nuten des M. eingreift und dieses mitnimmt.



Maltserkreuzgetriebe: 1, 2, 3 Arbeitsgänge; a Antriebsstift, b Sperrring, c Antriebsstift, d Maltserkreuz, e Filmrolle.

Maltose, Malzzucker, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \cdot \text{H}_2\text{O}$, Glukose-α-glukosid, findet sich in der Bier- und Branntweine-maische. M. entsteht aus Stärke durch Einwirkung von Diastase oder des diastatischen Ferments des Bauch- und Mundspeichels.

Malz, meist gekeimte Gerste, seltener Hafer, Roggen oder Weizen zur Herstellung von → Bier, Spiritus, Kaffee-Ersatz (*Malzkaffee*), Backhilfsmitteln und Nährpräparaten. Durch das Keimen werden die im ruhenden Korn gebundenen Enzyme frei, vor allem Diastase, die die Speicherstoffe des Korns wasserlöslich und dadurch vergärbarmachen. Der süßaromatisch schmeckende *Malzextrakt* wird durch Einweichen von Gersten-M., Abpressen und Eindampfen im Vakuum gewonnen. Er dient als Nähr- und Kräftigungsmittel, zur Herstellung von *Malzkakao* und *Malzbonbons* und in großem Umfang als Backhilfsmittel.

Manchester, Genuacord, Gordsamt, gerippter Schußsamt aus Baumwolle für Sportanzüge, Arbeitshosen und Möbelbezüge.

Mandarinöl, aus den Fruchtschalen von *Citrus nobilis* gepreßtes ätherisches Öl mit sehr angenehmem Duft; fluoresziert infolge seines Gehaltes an Methylanthranilsäure-methylester (etwa 1 %); in der Parfüm- und Essenzenherstellung verwendet.

Mandelsäure, Phenylglykolsäure, $C_6H_5 \cdot CH(OH) \cdot COOH$, eine organ. Säure. Linksdrehende M. entsteht aus dem Amygdalin der bitteren Mandeln beim Verseifen mit Salzsäure, rechtsdrehende M. aus dem Sambunigrin.

Mandelsteine, blasige Ergußgesteine, deren oft mandelförmige Hohlräume mit Chalzedon, Achat, Quarz, Amethyst, auch Kalkspat, Zeolithen ausgefüllt sind.

Mangan, Mn, chem. Element, eisenähn. Metall; Ordnungszahl 25, Massenzahl 55, Atomgewicht 54,9381; Schmelzpunkt $1221^\circ C$, Siedepunkt $2152^\circ C$, Dichte $7,20 g/cm^3$. M. ist das zweithäufigste Schwermetall; es findet sich in der Natur weit verbreitet, aber nie frei, sondern als häufiger Bestandteil der Eisenerze, der Zink- und Kalkminerale; es hat rötlichen Glanz und ist hart und spröde. Wichtige M.-Erze sind Braunerz (MnO_2), Braunit (Mn_2O_3), Hausmannit (Mn_2O_4), Manganit ($MnO(OH)$), Manganspat ($MnCO_3$), Rhodonit ($MnSiO_3$), M.-Blende (MnS). Fast alle M.-Erze (Sowjetunion, Indien, Westafrika, Brasilien, Chile) werden zu Spiegeleisen und Ferromangan verhüttet. M. hoher Reinheit (bis 99,5 %) wird aluminothermisch (→ Aluminothermie) aus Braunerz (MnO_2) gewonnen. M. wird zur Desoxydation des Stahls und als wichtiger Legierungszusatz zu Stählen und Nicht-eisenmetall-Legierungen verwendet. M.-Stähle (→ Stahl) sind hart und verschleißfest.

VERBINDUNGEN. M.(IV)-Oxid (*M.-Dioxid*), MnO_2 , kommt in der Natur als Braunerz und Polianit vor. In Reindarstellung ist es braunschwarzes, wasserunlös., kristallines Pulver, das zur Herstellung von Glasur von Töpferwaren, in Taschenlampenbatterien, in der Glasbläserei, für Firnisse, Streichholzköpfe und Feuerwerkskörper Verwendung findet. Bei Rotglut gibt es Sauerstoff ab und geht in M.(II,III)-Oxid (*M.-Oxyduloxyd*), Mn_2O_3 , über, das sich in der Natur als Hausmannit findet. M.(VII)-Oxid (*M.-Heptoxid*), Mn_2O_7 , eine grünliche, ölige Flüssigkeit, entsteht durch Eintragen von übermangansaurem Kalium in Schwefelsäure; sehr explosibel. M.(III)-Oxid (*M.-Oxid*), Mn_2O_3 , findet sich als Manganit, M.(II)-Oxid (*M.-Oxydul*), MnO , als Manganosin. Manganate heißen die Salze der frei nicht beständigen M.-Säure, H_2MnO_4 , Permanganate die Salze der Übermangansäure, $HMnO_4$; das wichtigste Permanganat ist das Kaliumpermanganat (Oxydations- und Desinfektionsmittel). Die Verbindungen des zweiwertigen M. heißen auch Mangan-, die des dreiwertigen M. Manganverbindungen. M.(II)-Sulfid, MnS , kommt in der Natur als M.-Blende vor, M.-Disulfid, MnS_2 , als M.-Kies.

Manganfarben, Malerfarben wie Manganbraun oder Bister, ein braunes Farbpigment, das durch Behandlung von Mangan(II)-salzlösung mit Hypochlorit- oder Chromkalilösung erzeugt wird, ferner Mangan-Violett, $(NH_4)Mn_2P_2O_7$, Mangan-Grün, $BaMnO_4$, Mangan-Blau, Umbra.

Manganleg. Bronzen nach DIN 1726 mit 82 bis 84 % Kupfer, 12–15 % Mangan, 2–4 % Nickel;

Widerstandswerkstoffe mit hohem, wenig temperaturabhängigem elektr. Widerstand.

Manganit, rhombisches Mineral, $MnO(OH)$, braunschwarz, bildet langprismatische Kristalle oder strahlige Aggregate. Vorkommen auf Gängen in Eruptivgesteinen, z. B. bei Ilfeld im Harz.

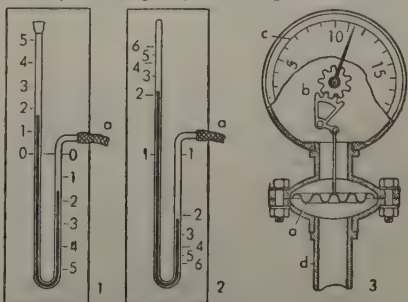
Manipulator, Gerät zur Übertragung der Bewegungen der menschl. Hand auf Gegenstände, die der unmittelbaren Handhabung nicht zugänglich sind. Als Fernbedienungswerkzeuge für den Betrieb von → Strahlenschutzzellen übertragen M. die Hand- und Fingerbewegungen des Bedienenden auf einen entsprechenden Werkzeugteil innerhalb der heißen Zelle (*Greif-M.*, *Master-Slave-M.*, TAFEL Kernphysik II, Bild 3). Moderne M. haben bis zu sieben oder acht Freiheitsgrade und können praktisch alle in der normalen Chemie übl. Arbeiten, Maschinenbedienungen usw. fernbedient ausführen. Bei elektrischen M., die besonders für größere Belastungen, z. B. in Plutoniumwerken, dienen, tritt ein Schaltwerk an Stelle der Bedienungsarme. Ähnlich arbeiten hydraulische M. Zur Übertragung auf kleinste Mikroskop. Dimensionen dienen Mikro-M. Sie werden verwendet zur Herstellung von Einzelkulturen, Isolation und Transplantation von Viren, Bakterien, Organen, Organteilen u. a.; für Werkstoffprüfungen, Skalenherstellung, Zusammenbau feinsten mechan. Geräte usw.

Mannigfaltigkeit, MATHEMATIK: Punktmenge im Raum, die entweder durch Parameterdarstellung oder durch Gleichungen zwischen den Koordinaten der Punkte gegeben ist. Die Anzahl der zur Beschreibung erforderl. Parameter (*Dimension der M.*) ist beim Kreis eins, beim Zylinder zwei.

Mannit, $CH_2OH \cdot (CHOH)_4 \cdot CH_2OH$, ein optisch aktiver, sechswertiger Alkohol. Rechtsdrehender M. findet sich in vielen Pflanzen, bes. in der Manna (Mannazucker). Künstlich wird er durch Reduktion von Mannose oder Fruktose erhalten.

Mannose, $C_6H_{12}O_6$, ein mit dem Traubenzucker stereoisomeres Monosaccharid, das neben Fruchtzucker (Fruktose) bei der Oxydation des Mannits entsteht. Bei der Oxydation liefert M. die einbasische Mannonsäure.

Manometer, ein Druckmesser für Gase und Flüssigkeiten (→ Barometer, → Hochvakuumtechnik). In den Flüssigkeits-M. (z. B. Quecksilber-M., -barometer) wird der zu messende Druck mit einem bekannten Druck verglichen. Kolben-M. sind Druckwaagen, in denen die auf den Kolben ausgeübte Kraft gemessen wird. Bei den Metal-M. (Aneroidbarometer, Membran-M.) wird die elastische Formänderung einer geschlossenen, gasgefüllten Metallkapsel oder eines gebogenen Metallrohres mit ellipsoförmigem Querschnitt (*Bourdon-Feder*) zur Druckmessung ausgenutzt (*Feder-M.*). Besonders für die Messung sehr hoher Drucke (z. B. des Druckes der Pulvergase in Geschützrohren) werden die Änderung des elektr. Widerstandes druckempfindl. Stoffe (z. B. Manganin) und die piezoelektr. Auf-



Manometer: 1 offenes, 2 geschlossenes Flüssigkeitsmanometer, a Anschluß an den zu messenden Überdruck, 3 Federmanometer, a Plattenfeder (Membran), b Zeigerwerk, c Ziffernblatt (Skala), d Anschluß.

ladung von Quarzkristallen (Widerstands- und Kristall-M.) ausgenutzt.

Mansarde, 1) bewohnbar ausgebautes Dachgeschoß. Das *M.-Dach* ist ein Steildach, dessen untere Flächen im Winkel von etwa 60–72°, dessen obere Flächen im Winkel von etwa 30–36° gegen die Waagerechte geneigt sind.

2) STOFFDRUCKEREI: *Trockenstuhl*, eine über oder hinter der Druckmaschine liegende, mit Heißluft beheizte Vorrichtung, in der das über Rollen geführte, bedruckte Gewebe getrocknet wird.

Manschette, 1) Dichtungsring mit umgebördeltem Rand aus Leder, Gummi, Kunststoff u. a.; für Kolben in Pressen und Pumpen, Ventilsitze.

2) äußere Umhüllung von Kesselwänden u. ä., bes. zum Schutz gegen Wärme- und Kälteverlust.

Mantel, *Mantelfläche*, Teile der Oberfläche eines Körpers, die nicht zur Grund- oder Deckfläche gehören.

Mantisse, $\rightarrow$ Logarithmus.

Manulldruck, ein Verfahren zur direkten photograph. Übertragung eines Druckes auf eine Druckplatte im Reflexverfahren. **Manultief**, ein Verfahren zur Herstellung von Druckformen für den Offsetdruck, bei dem die Rasterpunkte tiefgeätzt werden (ähnlich wie beim →Tiefdruck), wodurch ein stärkerer Farbauftrag erreicht wird.

Marconi, Guglielmo, italien. Funktechniker, * 1874, † 1937, entwickelte von 1895 an mit den von HERTZ nachgewiesenen elektromagnet. Schwingungen die drahtlose Telegraphie und sandte 1897 Nachrichten über mehrere Kilometer, 1901 über den Atlant. Ozean. Wesentl. Erfindungsgedanken: der abgestimmte Schwingungskreis und die abgestimmte Antenne. 1909 Nobelpreis.

Marengo, meliertes Streichgarngewebe mit schwarzer Grundfarbe und 3-5 % weißen Wollhaaren für Anzüge, Sommerpaletots und Wintermäntel.

Margarin wird aus Kokos- und Palmkernfett, gehärteten Pflanzenölen (Erdnuß-, Soja-, Sonnenblumen-, Baumwollsaat-, Rüböl), Rindertalg und vor allem gehärteten Wäldern hergestellt. Im Temperierkessel wird die Fettmischung mit gesäuerter Milch oder Wasser geschmolzen, mit Aroma- und Farbstoffen versetzt und in der heizbaren Kanne emulgiert. Nach etwa 20 Minuten kommt die Emulsion auf rotierende Kühltrommeln, wo sie fast augenblicklich erstarrt. Zur Erzielung der Streichfähigkeit wird die M. unter Zusatz von Salz und Konservierungsmitteln (0,2 % Benzoesäure oder Natriumbenzoat) geknetet, dann zu einem vierkantigen Strang gepreßt, von dem Würfel abgeschnitten und maschinell verpackt.

marin heißen alle Meeresablagerungen; Gegensatz: limnisch, terrestrisch.

Markasit, messinggelbes Mineral, die rhombische Modifikation von Eisenkies, FeS_2 , meist derb, in der Kreide häufig in Knollen.

Markise, aufrollbares Sonnenschutzdach aus *Markisendrell* (*Markisenkörper, Umbradrell*), einem kräftigen, dichten Köpergewebe aus Reinleinen, Halbleinen oder Baumwolle.

Markscheide, Grenzlinie des verlienen Grubenfeldes. *M.-Kunde*, die Lehre von den Vermessungen, Berechnungen und Reißdarstellungen für bergmännische Zwecke über und unter Tage.

Marmor, Kalkstein, der durch Kontakt- oder Regionalmetamorphose eine Kornvergrößerung erfahren hat und daher körnig-kristallin ist, weiß (Carrara, Italien) oder durch Beimengungen gelb, rot, grün oder schwarz gefärbt. M. dient zu Bau- und Bildhauerzwecken. Auch dichte, farbige gemasterte Kalksteine werden in der Technik als M. bezeichnet und wie sie verwendet.

Marocain, *Marok*, leicht wellig quengerippter Kleider- und Futterstoff in Leinwandbindung mit normalfädiger Kette und abwechselnd 2S/2Z-gedrehten Kreppgarnen im Schuß.

Maroquin, dem Saffian ähnliches Leder, das durch Lohgerben mit Galläpfeln oder Sumach aus

Hammel- oder Ziegenfell hergestellt und einseitig mit Pflanzenfarben gefärbt wird.

Marquise, ein Möbelstoff mit Seidenkette und Baumwollschuß, dessen Ripsgrund durch aufliegende Kettflotten eine erhabene Jacquardmusterung aufweist.

Marquisette, feinfädiger, schleierartiger Gardinenstoff aus Baumwolle oder Chemiefäden in Dreherbindung.

Mars, 1) Der vierte Planet des Sonnensystems, astronom. Zeichen ☿, ändert seinen Abstand von der Erde zwischen den Grenzen von 55 und 377 Mio km und ist etwa halb so groß wie diese. Er läuft in 687 Tagen um die Sonne, seine Rotationszeit beträgt 24 h 37 min 22,7 s. Seine Rotation und die Neigung seiner Rotationsachse gegen die Bahnebene stimmen nahezu mit denen der Erde überein, so daß Tag und Nacht sowie die Jahreszeiten auf ihm den irdischen ähnlich sind. Seine Atmosphäre, in der Wasserdampf und Sauerstoff in sehr geringen Mengen nachgewiesen wurden, hat eine so geringe Dichte und Ausdehnung, daß ihr Druck auf die Oberfläche nur etwa 80 mm beträgt. Die Höchsttemperatur der Tagseite von 15°C steht einer tiefsten Nachttemperatur von -85°C gegenüber. Die Oberfläche, deren Sichtbarkeit nur selten von dünnen Wolken aus Wasserdampf oder Eiskristallen behindert wird, zeigt im Winter besonders helle Polflecke, die aus Eis oder Schnee bestehen und sich im Sommer völlig auflösen. Die ausgedehnten Gebiete in rötlicher oder ockergelber Farbe scheinen Wüstengebiete, diejenigen in graugrüner Farbe vielleicht Vegetationsgebiete zu sein, die mit einer niederen Flechtenart bewachsen sein mögen. Neuerdings nimmt man an, daß noch vereinzelt eine vulkanische Tätigkeit auftritt. Die „Marskanäle“, schmale Verbindungsbrücken zwischen dunklen Flecken, haben sich als bloß optische Erscheinungen erwiesen. Der M. besitzt zwei Monde, *Phobos* und *Deimos*, deren Umlaufzeiten 7 h 39 min und 30 h 18 min und deren Entfernungen 9370 und 23460 km betragen. Ihre Durchmesser sind nur 60 und 12 km.

2) auf → Segelschiffen eine Plattform zur Befestigung der Stengewanten; auf größeren Dampfern und Kriegsschiffen Platz für den Ausguck im Mast.

Martinstahl, ein Flußstahl, der im Siemens-Martin-Ofen erzeugt wird, → Stahl.

Maschine, mechan. Vorrichtungen zur Übertragung von Kräften, die bestimmte Bewegungen ausführen und berechnete Arbeit leisten. Man unterscheidet *Kraftmaschinen*, die mechan. Energie zur Verfügung stellen (Wasserrad, Windrad, Dampfmaschine, Verbrennungsmotor, Elektromotor usw.) und *Arbeitsmaschinen*, die, durch eine Kraftmaschine angetrieben, bestimmte Arbeiten verrichten (Werkzeugmaschine, Fördermaschine). – In der PHYSIK versteht man unter einfachen M. die sechs Vorrichtungen: Hebel, Rolle, Wellrad, schiefe Ebene, Keil und Schraube.

Maschinenelemente, die für den Aufbau von Maschinen gebräuchlichen Einzelteile.

Verbindungselemente sind: a) **unlösbar**: Niet-, Schweiß-, Löt- und Klebverbindungen, Schraufverbindungen und Verbindungen durch Formänderung (Einbettungen, Zusammenfaltungen usw., besonders in der Feinwerktechnik mit ihrer Massenfertigung üblich); b) **lösbar**: Querkeilverbindungen für die Übertragung von Zug- und Druckkräften; Längskeilverbindungen für die Übertragung von Drehmomenten und Schraubverbindungen.

Elemente der drehenden Bewegung sind: Zapfen und Lager, Wellen und Achsen, Kupplungen.

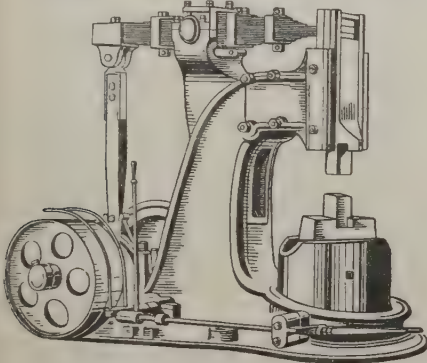
Elemente der Drehmomentübertragung sind: Zahnräder, Reibräder, Riemen-, Seil-, Kettentrieb, Kuppelstangen.

Elemente des Kraftmaschinenbaues sind: Kolben, Kreuzköpfe, Treibstangen, Kurbeln, Exzenter, Nockenscheiben, Regler.

Rohrleitungselemente sind: Rohre, Verbindungsstücke, Absperr-, Rückschlag- und andere Ventile, Schieber, Hähne, Stopfbüchsen, Klappen, Düsen.

Maschinengewehr, → Maschinenwaffen.

Maschinenhammer, Werkzeugmaschine, hauptsächlich zum Schmieden. Am Gestell befindet sich eine Führung für den Hammer, der auch *Bär* oder *Hammerbär* heißt. Das Werkstück liegt auf der *Schabotte*. Beim *Riemenfallhammer* wird der Bär durch einen Riemen gehoben, beim *Brettfallhammer* hängt er an einem Brett, das durch Reibung zwischen Reibscheiben gehoben wird. Der *Lufthammer* arbeitet entweder nur als Fallhammer oder gleich-



Maschinenhammer: Federhammer

zeitig mit Oberwirkung, wobei die Bewegung des niederfallenden Hammers durch Luftdruck beschleunigt wird. Entsprechend arbeitet auch der *Dampfhammer*. Die Luft- oder Dampfkraft wirkt auf einen Kolben, dessen Kolbenstange mit dem Hammerbär verbunden ist. Beim *Federhammer*, *Kurbelhammer* ist eine mehrfache Blattfeder wie ein Waagebalken gelagert, wobei an einem Ende der Feder eine Kurbel angreift und am anderen Ende der Hammerbär aufgehängt ist. Beim *Gegenschlaghammer* werden die durch den Schlag entstehenden Massenkraft auf das Fundament dadurch gemindert oder auch aufgehoben, daß an die Stelle der Schabotte ein Unterbär tritt, der sich gegenläufig zum Oberbären bewegt.

Maschinenpflug, → Kraftpflug.

Maschinentelegraph, 1) ein insbes. auf Wasserfahrzeugen benutzter Zeigertelegraph zur Befehlsübermittlung von der Kommandostelle zum Maschinenraum. Der Befehlsempfänger kann der Gebestelle durch einen Quittungsgeber den erhaltenen Befehl bestätigen (→ Kommandogerät 2); **2)** ein von einem Lochstreifen gesteuerter Schnelltelegraph für 1000–2000 Zeichen/min.

Maschinenwaffen, automatische Waffen, Schusswaffen, die beim Betätigen des Abzuges im Dauerfeuer schießen, bis der Abzug wieder losgelassen wird oder der Munitionsvorrat im Magazin oder Gurt erschöpft ist. Entriegeln des Verschlusses, Ausziehen und Auswerfen der Patronenhülsen, Nachladen einer neuen Patrone, Verriegeln und Zünden geschehen zwangsläufig. Beim *Rückstoßlader* wird der Stoß nach hinten zu den Lade- und Entladebewegungen verwendet. Beim *Gasdruck-*

lader wird ein kleiner Teil der Pulvergase durch eine Bohrung in das Laufinnere abgezogen und zu denselben Arbeiten gezwungen. Zu den M. gehören die *Maschinengewehre*, die *Gewehrmaschinen* verschießen, die *Maschinenpistolen*, die *Pistolenmunition* verschießen und die *Maschinenkanonen* für Munition größeren Kalibers und höherer Leistung.

Die aus der kinet. Energie des Geschosses an der Mündung und der Schußzahl je Minute abgeleitete Leistungszahl beträgt gegenwärtig etwa 20–30 PS/kg Waffengewicht und mehr. Dieser Wert ist etwa zehnmal größer als bei modernen Flugzeugmotoren und Strahltriebwerken. Entsprechend dieser hohen Leistung beträgt die Lebensdauer einiger hochbeanspruchter Teile (Rohr, Verschuß, Schließfeder usw.) je nach Leistung der M. nur bis zu 30 Betriebsminuten.

Maser, engl. Abk. von microwave amplification by stimulated emission of radiation, → Molekularverstärker.

Maskierung, 1) DRUCKTECHNIK: Abdecken von Teilen einer Kopiervorlage zur Korrektur während der Übertragung auf die Druckplatte.

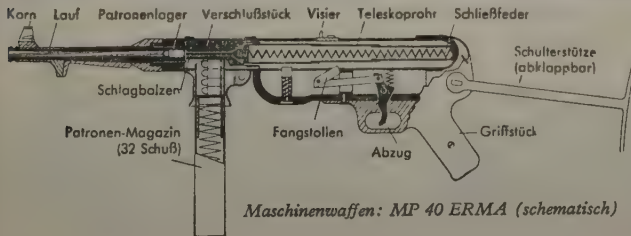
2) PHOTOGRAPHIE: *Maskenverfahren*, die photo-mech. Verfahren zur Ton- und Farbwertkorrektur unter Verwendung eines schwarz-weißen oder farbigen Hilfs-Negativs oder -Positivs, das beim Kopieren über das Negativ gelegt wird und dessen Gradation (seltener seine Begrenzung) ändert. Zur Vermeidung von Deckungsfehlern werden bei einigen Farblitho-Verfahren die Masken im Negativ selbst erzeugt.

3) ANALYTISCHE CHEMIE: Verhindern des normalen Reaktionsablaufs. Durch geeignete Komplexbildung wird die Konzentration einer Ionenart so weit herabgesetzt, daß bei Zugabe eines charakterist. Reagens die sonst entstehende Reaktion unterbleibt. Durch M. können auftretende Störungen beseitigt und dadurch unspezifische Reaktionen zu eindeutigen Nachweisen verwendet werden.

Maß, Vergleichsgröße oder Größenvorschrift zur Ermittlung anderer Größen oder zur Feststellung und Korrektur von Größenabweichungen von Regeln, Normen oder sonst festgelegten Abläufen (→ messen).

Maße und Gewichte (ÜBERSICHT S. 364). Im prakt. Leben, bes. in Handel und Gewerbe, spielen die *Längen-, Flächen- und Raum- (Hohl-) M.* und die *Massen-M. (Gewichte)* eine ausschlaggebende Rolle.

Metrische Maße und Gewichte haben eingeführt: Argentinien, Belgien und Belgisch-Kongo, Bolivien, Brasilien, Bulgarien, Chile, China, Cuba, Dänemark, Deutschland, Ecuador, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Iran, Italien, Japan, Jugoslawien, Kolumbien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Mexiko, Mittelamerikan. Staaten, Niederlande, Norwegen, Österreich, Peru, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Siam, Sowjetunion, Spanien, Tschechoslowakei, Türkei, Ungarn, Uruguay, Venezuela, Verein. Staaten. *Englische Maße und Gewichte* haben: Alaska, Austral. Bund, Burma, Großbritannien, Indien, Irak, Iran, Irland, Kanada, Neuseeland, Südafrika, Union, Tunesien, Verein. Staaten. *Weitere nichtmetrische Maße und Gewichte* haben in zahlreichen Ländern noch begrenzte Gültigkeit. In Physik und Technik stehen neben den M. und Gewichten die M. für elektr., magnet., Temperatur- u. a. Größen, → Maßeinheiten, → Maßsysteme.



Maschinenwaffen: MP 40 ERMA (schematisch)

Maßanalyse, Titrimetrie, Volumetrie, von GAY-LUSSAC begründetes Bestimmungsverfahren der quantitativen chem. Analyse: die Menge eines gelösten Stoffes wird dadurch bestimmt, daß man ihn mit einer anderen Lsg. bekannten Gehalts (Reagenslösung) einer möglichst rasch verlaufenden, genau defi-

Längenmaße

metrisch	englisch	englisch	metrisch
1 Meter (m) = 10 Dezimeter	1,0936 yd	1 inch (in.	2,54 cm ¹)
1 Dezimeter (dm) = 10 Zentimeter	0,328 ft	1 foot (ft) = 12 in.	30,48 cm
1 Zentimeter (cm) = 10 Millimeter	0,3937 in.	1 yard (yd) = 3 ft	91,44 cm
1 Kilometer (km) = 1000 m	0,6214 mile	1 pole = 5½ yd	5,03 m
¹⁾ Für genauere Messungen muß man bei allen vom inch (Zoll) abgeleiteten Längen-, Flächen- und Raummaßen zwischen britischen und USA-Einheiten unterscheiden: 1 inch (brit.) = 2,539998 cm 1 inch (USA) = 2,540005 cm		1 chain = 4 pole	20,12 m
		1 furlong = 10 chain	201,17 m
		1 mile = 8 furlong	1,609 km
		Nautische Längenmaße	
		1 fathom = 6 ft	1,829 m
		1 cable length = 100 fathoms	182,9 m
		1 nautical mile	1852 m

Flächenmaße

metrisch	englisch	englisch	metrisch
1 Quadratmeter (m², qm) = 100 dm²		1 square inch (sq. in.)	6,45 cm²
= 10000 cm² = 1000000 mm²	10,765 sq. ft	1 sq. ft = 144 sq. in.	9,288 dm²
1 Ar(a) = 100 m²	119,599 sq. yd	1 sq. yd = 9 sq. ft	0,836 m²
1 Hektar (ha) = 100 a	2,4711 acres	1 rod, pole, perch = 30¼ sq. yd	25,289 m²
1 Quadratkilometer (km², qkm)		1 rood = 40 rod	10,12 a
= 100 ha = 1000000 m²	247,11 acres	1 acre = 4 rood	0,4048 ha

Raum- und Hohlmaße

metrisch	englisch	englisch	metrisch
1 Kubikmeter (m³, cbm) = 1000 dm³		1 cubic inch (cu. in.)	16,39 cm³
= 1000000 cm³ = 1000000000 mm³ 35,314 cu. ft		1 cu. ft = 1728 cu. in.	28,32 dm³
	Gr. Brit./USA ²⁾	1 cu. yd = 27 cu. ft	0,7646 m³
1 Liter (l) = 1,000027 dm³	1,760/2,144 pints	Flüssigkeitsmaße	
1 Hektoliter (hl) = 100 l	21,997/26,41 gal		Gr. Brit. / USA ²⁾
²⁾ Den engl. Flüssigkeitsmaßen sind zugrunde gelegt in Großbritannien: 1 gal = 277,274 cu. in. in den Verein. Staaten: 1 gal = 231 cu. in.		1 gill	0,142 / 0,118 l
		1 pint = 4 gills	0,568 / 0,473 l
		1 quart (qt) = 2 pints	1,136 / 0,946 l
		1 gallon (gal) = 4 qt	4,546 / 3,787 l
		1 barrel (bbl) = 31½ gal	119,2 l
		1 barrel Erdöl = 42 gal	158,8 l
		Trockenhohlmaße	
			Gr. Brit. / USA ²⁾
		1 pint	0,568 / 0,56 l
		1 quart (qt) = 2 pints	1,136 / 1,12 l
		1 peck (pk) = 8 qt	9,092 / 8,81 l
		1 bushel (bu) = 4 pk	36,37 / 35,24 l
		1 quarter = 8 bu	2,9 l
		1 barrel (bbl)	163,7 / 119,2 l

Gewichte (Massenmaße)

metrisch	englisch	englisch	metrisch
1 Gramm (g)		Allg. Handelsgewichte (Avoirdupois-System)¹⁾	
= 1000 Milligramm (mg)	0,035 oz	1 dram (dr) (= 27,34 grains)	1,772 g
1 Dekagramm (dg) = 10 g	0,353 oz	1 ounce (oz) = 16 dr	28,350 g
1 Kilogramm (kg) = 100 dg		1 pound (lb) = 16 oz	453,59 g
= 1000 g	2,205 lb	1 stone (st) = 14 lb	6,35 kg
1 Doppelzentner (dz) = 100 kg	1,969 cwt	1 quarter (qr) = 2 st	12,70 kg
1 Tonne = 10 dz = 1000 kg	0,984 ton	1 hundredweight (cwt) = 4 qr	50,802 kg
		1 (long) ton = 20 cwt	1016,05 kg
		1 cental oder short cwt = 100 lb	45,359 kg
		1 short ton = 20 short cwt	907,185 kg
		Edelmetallgewichte (Troy-System)	
		1 grain (gr)	0,065 g
		1 pennyweight (dwt) = 24 gr	1,555 g
		1 ounce (oz) = 20 dwt	31,104 g
		1 pound (lb) = 12 oz	37,25 g
		Apothekergewichte (Apothecary-System)	
		1 grain (gr)	0,065 g
		1 scruple = 20 gr	1,296 g
		1 dram (drachm) (dr) = 3 scruples	3,888 g
		1 ounce (oz) = 8 dr	31,104 g

¹⁾ Genaueren Messungen sind die genauen Definitionen zugrunde zu legen:

1 pound (av.) = 453,5924277 g
1 Kilogramm = 2,204621 lb (av.).

nierten chem. Reaktion unterwirft und den Verbrauch an Reagenzlösung mit der Burette mißt. Den Wirkungsgrad der Reagenzlösung bezeichnet man als → Titer, den Reaktionsablauf als Titration. Der Endpunkt der Titration wird durch Farbänderung, durch Veränderung eines zugesetzten Indikators oder auf elektrochem. Wege erkannt (Amperometrie, Konduktometrie, Potentiometrie, Elektrometrie).

Neutralisationsanalyse ist die Konzentrationsbestimmung von Säuren (Azidimetrie) oder Basen (Alkalimetrie) durch Neutralisation. Der Oxydometrie liegen Oxydations-Reduktionsvorgänge zugrunde. Maßlösungen sind bei Manganometrie Kaliumpermanganat, bei Zerimetrie Zer(IV)-Sulfat, bei Chromatometrie Kaliumdichromat, bei Jodometrie Jodlösung, bei Bromometrie Bromlösung, bei Bromato-

metrie Bromatlösung usw. Die Fällungsmaßanalyse erzeugt schwerlösliche Niederschläge, z. B. Halogenbestimmung durch Fällen mit Silbernitrat (Argentometrie).

MEDICUS-POETHKE: Kurze Anl. z. M. (¹⁴1961); MIKA: Methoden zur Mikro-M. (²1958); G. JANDER u. K. F. JAHR: M. (²1959).

Masse, PHYSIK: eine Grundgröße der Mechanik. Die *träge* M. äußert sich im Widerstand (→ Trägheit), den jeder Körper einer Bewegungsänderung (Beschleunigung) entgegensetzt, die *schwere* M. ist die Ursache der Anziehung, die die Körper aufeinander ausüben (→ Gravitation), also auch des Gewichtes der Körper im Schwerfeld der Erde. Nach den hinreichend gesicherten Erfahrungen (BÖTVÖS), daß die Beschleunigung frei fallender Körper (→ Fall) und die Gravitationskonstante von dem Stoff der Körper unabhängig sind, ist das Verhältnis von träger M. und schwerer M. konstant. Man kann also beide einander gleichsetzen. Diese Äquivalenz bildet eine der Grundlagen der allgemeinen → Relativitätstheorie.

Die Massenmessung ruhender Körper erfolgt durch Gewichtvergleich. Bei atomaren Teilchen kann die M. allein aus ihren Trägheitswirkungen mit Hilfe von Ablenkversuchen (→ Massenspektrograph) ermittelt werden. Bei Geschwindigkeiten *v*, die klein im Vergleich zur Lichtgeschwindigkeit *c* sind (*v* ≪ *c*), läßt sich auf Grund der NEWTONschen

Näherung: Kraft $\mathfrak{F}$ = Masse *m* mal Beschleunigung *b* ($\mathfrak{F} = mb$) aus $\mathfrak{F}$ und *b* die M. *m* berechnen. Bei sehr großen Geschwindigkeiten (*v* ≈ *c*) muß die NEWTONsche Bewegungsgleichung durch das exakte Gesetz $\mathfrak{F} = d\mathfrak{G}/dt$ ($\mathfrak{G}$ = Impuls) ersetzt werden (WEYL), wodurch sich wegen des Zusammenhanges Impuls = M. mal Geschwindigkeit ($\mathfrak{G} = m \cdot v$) die Massendefinition ändert: neben der bewegungsunabhängigen Ruhmasse *m*₀ ergibt sich die von der Geschwindigkeit abhängige bewegte M.

$$m = m_0 / \sqrt{1 - \beta^2}, (\beta = v/c).$$

M. und Energie. Jede Art von → Energie besitzt Trägheitseigenschaften. Die darin sich ausdrückende Gleichwertigkeit von M. *m* und Energie *E* ist von EINSTEIN zu einer umfassenden Äquivalenz von M. und Energie erweitert worden, in Form der Gleichung $E = mc^2$, wobei *c* = 3 · 10¹⁰ cm/s die Lichtgeschwindigkeit ist. Ihre eindrucksvolle Bestätigung hat die Kernphysik geliefert (→ Atomenergie).

Maßeinheiten, PHYSIK: Vergleichsgrößen zur Bestimmung des Zahlenwertes einer physikal. Größe gleicher Art, d. h. gleicher → Dimension, durch Messung. Die Messung ergibt das Verhältnis der Größe zur zugehörigen M. als reine Zahl. Man unterscheidet natürliche M., wie z. B. die Sekunde, die sich überall und jederzeit mit hinreichender Genauigkeit reproduzieren lassen, und verkörperte M. (Nor-

Die wichtigsten Maßeinheiten

Mechanische und thermische Einheiten	Elektrische und magnetische Einheiten*)
Länge vgl. ÜBERSICHT S. 364 Weitere Längenmaße: X-Einheit (X) = 1,00202 · 10 ⁻¹¹ cm, Ångström (Å) = 10 ⁻⁸ cm, Lichtjahr = 9,4605 · 10 ¹⁷ cm, Parsec = 3,084 · 10 ¹⁸ cm.	Ladungsmenge Coulomb (C) = Amperesekunde $\frac{\Delta}{\text{As}} \frac{\Delta}{3} \cdot 10^9 [\text{cm}^3/2 \text{ g}^{1/2} \text{ s}^{-1}]_{\text{g}}$ $\frac{\Delta}{\text{A}} \frac{\Delta}{10} [\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ s}^{-1}]_{\text{m}}^{**}$
Fläche und Raum vgl. ÜBERSICHT S. 364	Stromstärke . Ampere (A) $\frac{\Delta}{\text{A}} \frac{\Delta}{3} \cdot 10^9 [\text{cm}^3/2 \text{ g}^{1/2} \text{ s}^{-2}]_{\text{g}}$ $\frac{\Delta}{\text{A}} \frac{\Delta}{10} [\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ s}^{-2}]_{\text{m}}$
Masse vgl. ÜBERSICHT S. 364 Weitere Massenmaße: Gamma (γ) = 10 ⁻⁶ g, Karat (c) = 0,2 g.	Spannung ... Volt (V) $\frac{\Delta}{\text{V}} \frac{\Delta}{300} [\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ s}^{-2}]_{\text{g}}$ $\frac{\Delta}{\text{V}} \frac{\Delta}{10^8} [\text{cm}^3/2 \text{ g}^{1/2} \text{ s}^{-2}]_{\text{m}}$
Temperatur .. Grad Celsius (°C), Grad Réaumur (°R), Grad Fahrenheit (°F), Grad Kelvin (°K). Umrechnungsformeln: $x^\circ \text{R} = \frac{2}{3} x^\circ \text{C}$, $x^\circ \text{F} = \frac{9}{5} (x - 32)^\circ \text{C}$, $x^\circ \text{K} = (x - 273,15)^\circ \text{C}$.	Widerstand .. Ohm (Ω) $\frac{\Delta}{\Omega} \frac{\Delta}{10^9} \cdot 10^{-11} [\text{cm}^{-1} \text{ s}]_{\text{g}}$ $\frac{\Delta}{\Omega} \frac{\Delta}{10^8} [\text{cm} \text{ s}^{-2}]_{\text{m}}$
Frequenz ... Hertz (Hz) = Schwingungen/s.	Kapazität ... Farad (F) = Amperesekunde/Volt $\frac{\Delta}{\text{F}} \frac{\Delta}{9} \cdot 10^{11} [\text{cm}]_{\text{g}}$ $\frac{\Delta}{\text{F}} \frac{\Delta}{10^{-9}} [\text{cm}^{-1} \text{ s}^2]_{\text{m}}$
Dichte Gramm/Zentimeter ³ (g/cm ³).	Elektr. Feldstärke Volt/Meter (V/m) $\frac{\Delta}{\text{V/m}} \frac{\Delta}{10^9} \cdot 10^{-4} [\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ s}^{-1}]_{\text{g}}$ $\frac{\Delta}{\text{V/m}} \frac{\Delta}{10^8} [\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ s}^{-1}]_{\text{m}}$
Kraft dyn = 1 gcm/s ² = 1,0197 · 10 ⁻⁸ kp. 1 Dyn = 10 ⁵ dyn = 1 Newton. pond (p) = Gramm(gew.) = 9,80665 · 10 ⁵ dyn.	Elektr. Verschiebungsdichte Coulomb/Meter ² (C/m ²) $\frac{\Delta}{\text{C/m}^2} \frac{\Delta}{12 \pi} \cdot 10^6 [\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ s}^{-1}]_{\text{g}}$ $\frac{\Delta}{\text{C/m}^2} \frac{\Delta}{4 \pi} \cdot 10^{-6} [\text{cm}^{-3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ s}^{-1}]_{\text{m}}$
Druck Bar(b) = 10 ⁶ dyn/cm ² , Millibar (mb) = 10 ⁵ dyn/cm ² . Techn. Atmosphäre (at) = 1 kp/cm ² Physikal. Atmosphäre (atm) = 1,03323 at = 760 Torr. Torr = mm Quecksilbersäule (mm Hg) = 1,35951 · 10 ⁻⁸ at.	Magnet. Feldstärke Ampere/Meter (A/m) $\frac{\Delta}{\text{A/m}} \frac{\Delta}{12 \pi} \cdot 10^7 [\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ s}^{-2}]_{\text{g}}$ $\frac{\Delta}{\text{A/m}} \frac{\Delta}{4 \pi} \cdot 10^{-3} [\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ s}^{-2}]_{\text{m}}$ = 4 π · 10 ⁻³ Oersted (Oe).
Energie Erg (erg) = 1 dyn · cm, Meterkilopond (mkp) = 9,80665 · 10 ⁷ erg, Kalorie (cal) = 4,1855 · 10 ⁷ erg, Pferdestärke-Stunde (PSh) = 7 · 10 ⁸ mkp. Joule (J) = Wattsekunde (Ws) = 10 ⁷ erg. Elektronenvolt (eV) = 1,602 · 10 ⁻¹³ erg.	Magnet. Induktion ... Voltsekunde/Meter ² (Vs/m ²) $\frac{\Delta}{\text{Vs/m}^2} \frac{\Delta}{10^9} \cdot 10^{-6} [\text{cm}^{-3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ s}^{-1}]_{\text{g}}$ $\frac{\Delta}{\text{Vs/m}^2} \frac{\Delta}{10^4} [\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ s}^{-1}]_{\text{m}}$ = 10 ⁴ Gauß.
Entropie Clausius (Cl) = cal/grad. Leistung Watt (W) = 10 ⁷ erg/s. Pferdestärke (PS) = 75 mkp/s.	Selbstinduktionskoeffizient . Henry (H) = Voltsekunde/Ampere $\frac{\Delta}{\text{H}} \frac{\Delta}{10^9} \cdot 10^{-11} [\text{cm}^{-1} \text{ s}^2]_{\text{g}}$ $\frac{\Delta}{\text{H}} \frac{\Delta}{10^8} [\text{cm}]_{\text{m}}$
Dynamische Zähigkeit ... Poise (P) = 1 g/cm s. Kinematische Zähigkeit .. Stokes (St) = 1 cm ² /s.	Kraftfluß, magnet. Polstärke .. Voltsekunde (Vs) $\frac{\Delta}{\text{Vs}} \frac{\Delta}{10^9} \cdot 10^{-9} [\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ s}^{-1}]_{\text{g}}$ $\frac{\Delta}{\text{Vs}} \frac{\Delta}{10^8} [\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ s}^{-1}]_{\text{m}}$

*) In den Umrechnungsfaktoren ist *c*₀ = 3 · 10¹⁰ cm/s gesetzt, genauer ist jeder Faktor 3 durch 2,9979 zu ersetzen.

**) [*J*₀] = Einheit des elektrost., [*J*_m] = Einheit des elektromagnet. Systems (→ Maßsysteme). Das Zeichen Δ bedeutet „entsprechend“.

Massel – Massenwirkungsgesetz

male, Prototyp), wie z. B. das Kilogramm, die einer materiellen Festlegung bedürfen. Als M. der Grundgrößen der Physik ($\rightarrow$ Maßsysteme) gelten seit 1954 in den Ländern der Meterkonvention die M, m, kg, s, A, $^{\circ}$ K, cd ($\rightarrow$ MKS-System). Zur Bezeichnung von dezimalen Vielfachen und Teilen der M. sind Vorsatzsilben vereinbart worden ($\rightarrow$ metrisches System). ÜBERSICHT S. 365.

Massel, in offenen Sandformen (M.-Bett) oder eisernen Kokillen gegossene Barren von 30 bis 1000 kg Roheisen. An einem endlosen Transportband laufen die Kokillen durch die M.-Gießmaschine. Der M.-Brecher ist eine Maschine zum Zerkleinern der M., der M.-Graben Einlaufgraben zum M.-Bett.

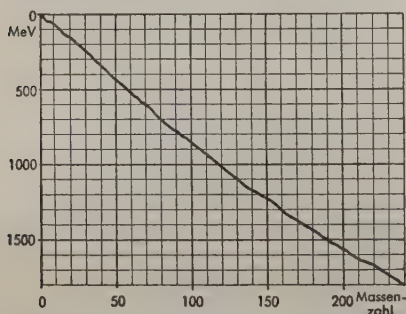
Massel-Leuchtkraft-Beziehung, Massen-Helligkeits-Beziehung, die Abhängigkeit der $\rightarrow$ absoluten Helligkeit der Sterne von ihrer Masse. Sie umfaßt den Bereich der absoluten Helligkeiten von -10^m bis $+10^m$ (bolometrisch) und der Massen von 0,2 bis 300 Sonnenmassen und besagt, daß die absoluten Helligkeiten mit den Massen zunehmen.

W. BECKER: Sterne und Sternsysteme (*1950).

Massenanziehung, die $\rightarrow$ Gravitation.

Massenausgleich, der Ausgleich der dynam. Kräfte der bewegten Massen bei Maschinen; wird durch Einbau genau berechneter Gegengewichte oder durch besondere Anordnung der bewegten Teile erreicht.

Massendefekt, die Abweichung des Isotopengewichts zusammengesetzter Atomkerne von der ganzzahligen Massenzahl. Sie rührt daher, daß der gegenseitigen Bindung der Bausteine (Nukleonen) im Kern ein bestimmter, negativ zu rechnender Ener-



Massendefekt der stabilen Atomkerne in Abhängigkeit von der Massenzahl (nach Riezler, Einführung in die Kernphysik)

giebetrag zukommt, der sich nach der EINSTEINSchen Äquivalenz von Masse und Energie als Massenverminderung bemerkbar macht. Im Mittel beträgt der M. etwas weniger als 1% der Gesamtmasse des Kernes; das entspricht etwa einer Bindungsenergie von 8 MeV je Nukleon. Der M. wächst nicht proportional der Nukleonenzahl (Massenzahl), sondern etwa von der Masse 140 ab ein wenig langsamer (BILD); daher kann durch Spaltung der schwersten Kerne in zwei ungefähr gleiche Hälften bereits Energie gewonnen werden ($\rightarrow$ Kernspaltung). Nur bei den leichtesten Kernen sind die M. beträchtlich geringer. So beträgt der M. des Deuterons nur 2,14 MeV gegenüber einem Kernmassenäquivalent von rund 1870 MeV.

W. RIEZLER: Einführung in die Kernphysik (*1959).

Massengesteine, die $\rightarrow$ Eruptivgesteine.

Massenkalk, dickbankige, klotzige oder schichtungslose, sehr reine Kalksteinablagerung; z. B. im Mitteldevon des Rheinischen Schiefergebirges.

Massenmittelpunkt, Schwerpunkt, der Punkt eines starren Körpers, um den in einem homogenen Kraftfeld (z. B. Schwerfeld an der Erdoberfläche) bei beliebiger Lage des Körpers kein Drehmoment auftritt. Experimentell kann der M. eines Körpers dadurch bestimmt werden, daß er sich stets senk-

recht unter beliebigen Aufhängepunkten des Körpers befindet.

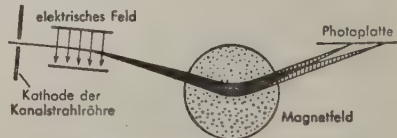
Massenpunkt, ein Grenzbegriff der theoret. Mechanik, der verwendet wird, wenn bei der Bewegung eines Körpers dessen Ausdehnung unberücksichtigt bleiben kann. Der Körper wird dabei so behandelt, als ob seine Gesamtmasse im $\rightarrow$ Massenmittelpunkt vereinigt wäre.

Massenresonanzen, extrem kurzlebige (10^{-22} bis 10^{-23} s) Quantenzustände mit eigener Masse, eigenem Spin, Isospin usw., die deshalb strenggenommen zu den $\rightarrow$ Elementarteilchen zählen, wegen ihrer sehr schwierigen, nur mit statistischen Verfahren möglichen Auffindung aber bevorzugt als „Resonanzen“ ihrer Zerfallsergebnisse betrachtet werden.

Bisher bekannte Massenresonanzen (Ende 1963):

Partikel	Spin	Isospin	Ladung
2-Pion-Resonanzen:			
ρ -Meson	~740	1	1, -1, 0
ω -Meson	1250	2	0
3-Pion-Resonanzen:			
ω -Meson	780	1	0
η -Meson	547	0	0
Hyperon-Resonanzen:			
$\Lambda^0 + \pi^+ + \pi^-$	1520	$\frac{1}{2}$	?

Massenspektrograph, ein Gerät zur Massenbestimmung von Isotopen. Ein Ionenstrahl des Isotopengemisches wird durch ein elektrisches Feld beschleunigt. Die Ionen durchsetzen ein homogenes Magnetfeld, von dem sie in Kreisbahnen abgelenkt



Massenspektrograph von Aston (Schema)

werden, die je nach den Isotopenmassen verschiedene Bahnradien besitzen. Eine in den Strahlengang gestellte Photoplatte zeigt mehrere Schwärzungsstriche, die den verschiedenen Isotopen entsprechen. Aus den Abständen der Linien lassen sich die relativen Massenwerte mit sehr hoher Genauigkeit (etwa 1:30000) ermitteln. Die Intensitäten der Striche sind zugleich ein Maß für die relativen Häufigkeiten der Isotope. Durch eine geeignete Ionenoptik und richtige Form des Magnetfeldes und u. U. noch durch Anwendung eines elektr. Hilfsfeldes sorgt man dafür, daß Ionen gleicher Masse, aber verschiedener Anfangsrichtung und Geschwindigkeit auf den gleichen Strich der Photoplatte fokussiert werden. Je nach dem Ausmaß der Fokussierungseigenschaften eines M. spricht man von *einfach-* und *doppelt-fokussierenden* Anordnungen. – M. wurden zuerst von Lord THOMSON benutzt und bes. von ASTON verfeinert.

Beim Massenspektrometer werden die getrennten Ionen in Faradaykappen aufgefangen und ihre Anzahlen auf elektr. Wege bestimmt. Mit doppelt-fokussierenden Massenspektrometern können Auflösungen bis zu 1:50000 erreicht werden. Noch höhere Auflösungen erreicht das Massensynchrometer, bei dem der auf einer Kreisbahn umlaufende Ionenstrahl mit Hochfrequenz moduliert wird. Nur solche Ionen erreichen den Auffänger, deren Masse eine bestimmte Beziehung zur angelegten Frequenz erfüllt. Auch beim Laufzeitspektrometer durchlaufen die Ionen ein Hochfrequenzfeld, das Ionen mit falscher Masse aus der Bahnebene hinauswirft; auch hier läuft die Massenbestimmung auf eine Frequenzmessung hinaus.

Massensynchrometer, $\rightarrow$ Massenspektrograph.

Massenwirkungsgesetz, PHYSIKAL. CHEMIE: ein Grundgesetz, nach dem eine homogene chem. Reaktion in der Gasphase oder in Lösung niemals vollständig abläuft, etwa nach der Reaktionsformel $nA + mB \rightleftharpoons pC + qD$, sondern schon vorher stehen-

DIE GEBÄUCHLICHSTEN MASS-SYSTEME

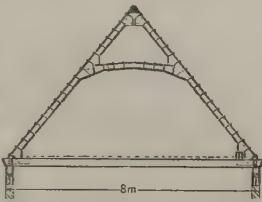
	Grund-einheiten	Kennzeichnung
<i>Mechanik</i> Physikal. Maß-systeme CGS-System . . MKS-System . Techn. Maß-system	cm, g, s m, kg, s m, kp, s	In die Def. der Kraft-einheit geht die mittl. Erdbeschleunigung ein; daher für genauere physikal. Messungen ungeeignet
<i>Mechanik und Elektrodynamik</i> Absolute Maß-systeme		Mit dem CGS-System verknüpfte Systeme 1 Voltamperesekunde = 1 Großdynmeter Induktionskonstante = $4\pi \cdot 10^{-7}$ Voltsekunden/Amp.Meter
elektrostat. System	cm, g, s	Proport.-Faktor im elektr. Coulomb-Gesetz = 1
elektromagn. System	cm, g, s	Proport.-Faktor im magnet. Coulomb-Ges. = 1
Gaußsches System	cm, g, s	Prop.-Faktor in beiden elektr. Coulomb-Gesetzen = 1
Internationale (prakt.) Maß-systeme	cm(m), g(kg), s CoderA, Wb	Elektr. Einheiten sind empirisch festgelegt, → Ampere, → Volt, → Ohm

bleibt, sobald das chem. Gleichgewicht erreicht ist, d. h. sobald je Zeiteinheit ebensoviel Stoff im Sinne der Reaktionsgleichung von links nach rechts wie von rechts nach links umgesetzt wird (GULDBERG und WAAGE 1867). Dieser Zustand liegt dann vor, wenn für die Konzentrationen $[A]$, $[B]$, $[C]$, $[D]$ der beteiligten Stoffe A , B , C , D die Gleichung $[A]^n \cdot [B]^m = [C]^p \cdot [D]^q = K_c$ erfüllt ist. Die Massenwirkungskonstante K_c , die aus den Konzentrationen in Mol/Liter berechnet wird, hängt für eine bestimmte Reaktion nur von der Temperatur ab. Für die Reaktion $H_2 + J_2 = 2 HJ$ z. B. lautet das M. $\frac{[H_2][J_2]}{[HJ]^2} = 0,02$ bei $448^\circ C$. An Stelle der Konzentrationen können auch die Partialdrucke oder die Molzahlen in das M. eingeführt werden; K_c kann dann einen anderen Wert erhalten. In Lösungen mit höherer Konzentration als etwa 0,01 normal muß die gegenseitige Störung der gelösten Moleküle durch Multiplikation der wahren Konzentration mit dem Aktivitätskoeffizienten, einer Zahl kleiner als 1, berücksichtigt werden. – Techn. Bedeutung hat das M. für die Vorausberechnung der Bedingungen (Druck, Temperatur), unter denen eine chem. Reaktion möglichst hohe Ausbeute liefert.

Massenzahl, die Anzahl der Nukleonen, aus denen ein Atomkern aufgebaut ist, gleichbedeutend mit dem ganzzahlig abgerundeten Atomgewicht.

Massicot, Blei(II)-oxid, PbO , → Blei.

Massivbau, eine Bauweise, bei der die Tragwerke (Pfeiler, Träger, Wände, Decken u. a.) aus Natur- oder Kunststein oder Beton hergestellt werden.



Massivbau: Schnitt einer Dachkonstruktion

Maßstab, 1)

TECHNIK: ein Längenmeßzeug, z. B. Lineal, Zollstock, Stahlbandmaß. Zur Verkleinerung oder Ausmessung techn. Zeichnungen dient der Reduktions-M. mit verkleinerten Größeneinheiten (1:100, 1:1000, zur Auswertung der mit dem Stechzirkel abgegriffenen Strecken der Transversal-M.

2) KARTOGRAPHIE: das Maßverhältnis von Strecken (nicht Flächen) auf Karten und Plänen gegenüber ihrer wirlk. Länge, so in 1:100000 also 1 cm der Karte = 100000 cm oder 1 km in der Natur.

Maßsysteme, Systeme physikalischer Grundgrößen, durch die sich alle Gesetzmäßigkeiten eines Teilgebietes beschreiben lassen. Die Art und bis zu einem gewissen Grade auch die Zahl der gewählten Grundgrößen ist weitgehend willkürlich. Z. B. können als Grundgrößen der Mechanik „Länge“, „Masse“ und „Zeit“ (physikalisches M. der Mechanik) oder auch „Länge“, „Kraft“ und „Zeit“ (technisches M. der Mechanik) gewählt werden. Für die Elektrodynamik mit Einschluß der Mechanik werden heute Systeme mit 3, 4 und 5 Grundgrößen nebeneinander benutzt. Weiteste Verbreitung hat das Vierersystem, das neben den 3 Grundgrößen der Mechanik den elektr. Strom* als 4. Grundgröße verwendet (z. B. MKSA-System). Dieses System läßt sich durch Hinzufügen der „Temperatur“ für die Thermodynamik und einer photometr. Grundgröße zu einem umfassenden M. für die gesamte Physik erweitern. Die in physikal. Gesetzmäßigkeiten neben den Grundgrößen auftretenden Größen lassen sich auf jene zurückführen, sie sind abgeleitete Größen; z. B. im physikal. M. der Mechanik die „Kraft“. Im Fünfersystem der Elektrodynamik kann neben den 4 Grundgrößen des Vierersystems als selbständige, die magnet. Erscheinungen beschreibende Grundgröße der „magnet. Fluß“ benutzt werden, der im Vierersystem z. B. mit Hilfe des Induktionsgesetzes auf die

4 Grundgrößen dieses Systems zurückgeführt wird. In den verschiedenen Dreiersystemen werden alle elektr. und magnet. Größen auf Grundgrößen der Mechanik zurückgeführt. Die abgeleiteten Größen erscheinen damit als Kombination von Grundgrößen, die besondere Art der Zusammensetzung kommt in ihrer Dimension zum Ausdruck. Die Grundgrößen bedürfen einer unmittelbaren Definition, die ihren prakt. Niederschlag in einem Meßverfahren findet, bei dem die willkürliche Festsetzung einer → Maßeinheit für die prakt. Anwendung unumgänglich, aber logisch von untergeordneter Bedeutung ist.

U. STILLE: Messen und Rechnen in der Physik (*1961).

Mast, auf SCHIFFEN ein Rundholz oder Stahlrohr zum Anbringen von Segeln, Antennen, Signalen u. a. Auf Segelschiffen heißen die M. von vorn nach achtern: Fock-M., Groß-M., Kreuz-M. (fehlt auf Dreimastern) und Besan-M. Auf Dampfschiffen ist das Ladegeschirr am M. angebracht. An LAND dienen M. aus Stahlfachwerk als Träger von Sendenantennen, Hochspannungsleitungen, einfache Stahl-, Stahlbeton- und Holz-M. als Träger von Fernmeldeleitungen, Flaggen u. ä.

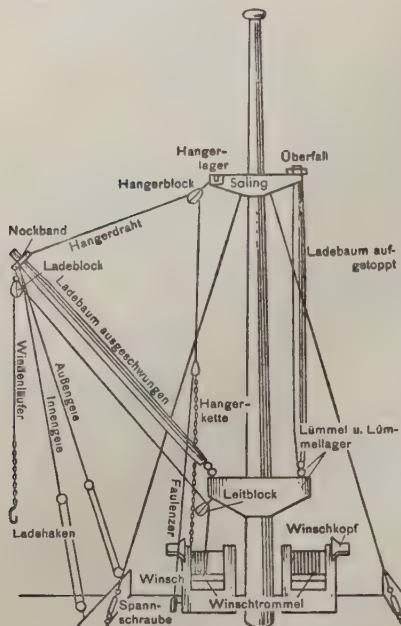
Mastif, ein Übungsgerät für Astronauten, in dem die dreidimensionalen Drehbewegungen der Weltraumkapsel nachgeahmt werden.

Mastix, 1) Harz einer Pistazienart des Mittelmeergebietes; Verwendung für Firnisse, Pflaster und Klebemittel.

2) Gemisch aus Asphalt und Goudron für Straßenbelag.

Masurium, früherer Name für das chem. Element → Technetium.

Masut, dunkler, dickflüssiger Rückstand aus der Destillation des russischen Erdöls; Heizstoff, z. B. in Lokomotiven.



Mast: Ladegeschirr

Matelassé, ein Doppelgewebe in Steppetechnik mit einer dem Piqué ähnlichen, reliefartigen Musterrung. M.-Stoffe bestehen im Obergewebe aus Seide, Reyongarnen, Zellwolle oder Wolle, im Unter- gewebe aus Baumwolle oder Zellwolle; Verwendung für Damenmäntel, Morgenröcke, Herrenwesten und Möbelbezüge.

Mater, die → Matrize.

Materialkonstanten, PHYSIK: die konstanten Größen, die vom Material der an den untersuchten Vorgängen beteiligten Körper abhängen wie Dichte, Leitfähigkeit, Brechungsindex usw. (→ physikalische Konstanten).

Materialprüfung, → Werkstoffprüfung.

Materie, der Raum und Zeit erfüllende Stoff. Die klass. Physik und weite Bereiche der Technik behandeln die M. noch so, als ob sie bestimmte Raumbereiche kontinuierlich ausfülle. Die moderne Einsicht in die Gesetze der $\rightarrow$ Atome und $\rightarrow$ Elementarteilchen im Zusammenhang mit den durch Quantentheorie und Relativitätstheorie vertieften physikal. Grundbegriffen hat den klass. M.-Begriff weitgehend aufgelöst.

Materiewellen, die den Materieteilchen nach der $\rightarrow$ Wellenmechanik zugeordneten Wellen.

Mathematik, ursprünglich die Wissenschaft von den Zahlen und Figuren und deren wechselseitigen

Beziehungen. Erweitert und vertieft wurde dieser Aufgabenbereich insbes. durch die mathemat. Logik und die Mengenlehre. Heute versucht man die *M.* als die *Wissenschaft vom unendlich Vielen* zu definieren. Danach ist z. B. ein einzelnes Dreieck strenggenommen nicht Gegenstand der *M.*, sondern Gegenstand einfacher *Messungen*; erst wenn man zumindest alle aus ihm durch Parallelverschiebungen hervorgegangenen Dreiecke hinzunimmt und diese *unendliche* Menge von Dreiecken untersucht, erhält man mathematische Aussagen. Entsprechend ist die Frage, wie viele Primzahlen es unterhalb 1000 gibt, nicht mathematischer, sondern *rechnerischer* Art. Dagegen ist das Problem, ob man für die Anzahl der Primzahlen, die kleiner sind als eine vorgegebene Zahl *n*, einen von *n* abhängenden Näherungsausdruck angeben kann, der für jede Zahl *n* zutrifft.

Gegenstand der M. Als *Wissenschaft von den Strukturen* (Beziehungsgefügen) gibt die M. die Übersicht über alle möglichen, rein logischen Folgerungen aus gegebenen widerspruchsfreien Grundannahmen (Axiomen), wobei die in diesen auftretenden Begriffe sich durch die Axiome gegenseitig festlegen. Dagegen ist eine darüber hinausgehende, inhaltliche Bedeutung dieser Begriffe nicht Gegenstand der M. Die Schwierigkeit dieser Definition der M. liegt darin, unter den unüberschaubar vielen möglichen Grundannahmen die ‚mathematisch interessanten‘ zu bezeichnen und damit die M. von der reinen Logik zu trennen. Der Bemerkung, daß die M. dann nur tautologische Aussagen enthält, ist dadurch zu begegnen, daß die Einsicht in die tautologischen Charakter mathemat. Aussagen erst *erarbeitet* werden muß.

Aus praktischen Gründen unterteilt man die *M.* in reine und angewandte *M.*, und die *reine M.* wieder in Algebra, Zahlentheorie, Analysis, Geometrie, Topologie, Mengenlehre und Grundlagenforschung. Doch durchdringen die einzelnen Teilgebiete einander so stark, daß man in keinem unter ihnen auf die Dauer fruchtbar forschen kann, ohne die andern heranzuziehen. Mit immer spezielleren Kenntnissen ergibt sich in der *M.* eine ständige und sehr oft überraschende Vereinigung zunächst scheinbar weit voneinander entfernt liegender Teilgebiete, von denen sich erweist, daß sie die gleiche Struktur besitzen und daher für die *M.* im Grunde das gleiche sind. Dadurch bildet die *M.* auch heute noch ein einheitliches Ganzes.

Die angewandte M. benutzt die Ergebnisse der reinen M., um die formalen Zusammenhänge zwischen den Dingen der Erfahrung aufzuklären und nutzbringend zu verwerten (Physik, Chemie, Astronomie, Vermessungstechnik, Statistik, Versicherung, Geldlehre u. a.).

MATHEMATISCHE ZEICHEN:

+ und (plus)	$\cong$ kongruent
- weniger (minus)	$\log$ Briggscher Logarithmus
$\times$ oder $\cdot$ mal	$\log \text{ nat}$ oder $\ln$ natürlicher Logarithmus
$:$ oder $/$ geteilt durch	e Basis der natürlichen Logarithmen
$=$ gleich	∞ unendlich
$\equiv$ identisch	$\sum$ Summe
$()$ oder $\{ \}$ oder $\{ \}$ für zusammengehörigen Rechenausdruck	δ Differentialoperator
$>$ größer als	∂ partieller Differentialoperator
$<$ kleiner als	∂ Variation [operator]
$\sim$ ähnlich	$\oint$ Integraloperator
n —	π Ludolfsche Zahl
$\sqrt{\quad}$ nte Wurzel aus	Π Produkt

GESCHICHTE. Die ersten Kenntnisse der M. finden sich bei den Babyloniern (um 2000 v. Chr.) und Ägyptern. Reiche Fortschritte brachten im Altertum die Griechen (EUKLID, EUDOXOS, ARCHIMEDES, APOLLONIOS). Die Chinesen fanden das Stellen-system der Zahlenschreibung, die Inder bauten es aus und fanden zahlreiche arithmetische Sätze und die Winkelfunktionen; die Blütezeit der indischen M. fällt ins 6.–12. Jahrh. n. Chr. Von den Indern übernahmen die Araber mathemat. Kenntnisse und bildeten sie weiter fort. Vom 15. Jahrh. an griff das Abendland entscheidend in die Entwicklung der M. ein (REGIOMONTANUS, PEUERBACH, MICHAEL STIFEL). VIETA baute die Buchstabenrechnung aus, und um 1600 erhielt die M. durch NEPER und BRIGGS ein wichtiges Hilfsmittel in den Logarithmen. Im 17. Jahrh. erfanden DESCARTES die analytische Geometrie, LEIBNIZ und NEWTON die Differential- und Integralrechnung. Vom 17.–19. Jahrh. machte die M. auf allen Gebieten durch die Arbeiten der Brüder BERNOULLI, von EULER, LAGRANGE, LAPLACE, GAUSS, CAUCHY, GALOIS, ABEL, RIEMANN, KLEIN, WEIERSTRASS, KRONECKER, WEBER, CANTOR, HILBERT u. a. große Fortschritte.

H. v. MANGOLDT u. K. KNOPP: Einführung in die höhere M., 3 Bde. (I ¹¹1958, II ¹⁰1956, III ¹¹1958); D. HILBERT u. P. BERNAYS: Grundlagen d. M. (1934–39); M. CANTOR: Vorlesungen über Gesch.

der M., 4 Bde. (1913–24); J. TROPKE: Gesch. der Elementar-M., 7 Bde. (1921–24, Bd. 1–4 1930 bis 1940); F. KLEIN: Vorlesungen über die Entwicklung der M. im 19. Jahrh., 2 Bde. (1926/27); J. E. HOFMANN: Gesch. der M., 1 (1953); W. LIETZMANN – R. STENDER: Methodik des mathemat. Unterrichts, 2 Bde. (1961).

mathematische Geräte (TAFEL Mathematische Instrumente und Maschinen), mechan. und elektr. Hilfsmittel für große Rechenarbeiten.

Bei **mathematischen Instrumenten**, **Analogie-Rechengenäten**, **Stetigrechnern** sind die bei der Rechnung auftretenden Zahlen durch stetig veränderliche physikal. Größen dargestellt, z. B. die Zahl 327 je nach der Wirkungsweise des Instruments durch eine Länge von 327 mm, durch einen Winkel von 327°, eine elektr. Spannung von 327 V oder ein geeignetes Vielfaches davon. Hierzu gehören Rechen-schieber, mechan. Rechengetriebe, elektr. Netzwerk-Rechengenäte, Differenzier- und Integriergeräte, insbes. Planimeter, Kurvenmesser, harmon. Analysatoren, Schwingungsüberlagerer, Gezeiten-Rechengenäte und Instrumente zur Periodogramm-analyse, Integrieranlagen, elektrolyt. Trog.

Bei **mathematischen Maschinen**, **ziffernmäßigen, digitalen Rechengenäten** wird jede Ziffer einzeln durch ein Bauteil dargestellt, das 10 Stellungen, entsprechend den Werten 0–9, einnehmen kann, z. B. für 327 ein Bauteil in Stellung 3, eins in Stellung 2, eins in Stellung 7. Ausführung als Rechenmaschinen, Buchungsmaschinen, Lochkartenmaschinen, programmgesteuerte Rechenautomaten.

W. MEYER zur CAPELLEN: Instrumentelle Mathematik f. d. Ingenieur (o. J.).

Matratze, mit Steinen beschwertes Weidengeflecht zur Uferabdeckung.

Matrix, MATHEMATIK: rechteckige Anordnung von Zahlen, Funktionen oder Elementen eines Körpers (M.-Elementen), z. B. die dreizeilige und vier-spaltige M.

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \end{pmatrix}$$

Die Lösung jedes linearen Gleichungssystems führt auf Operationen mit M., deren Elemente die Koeffizienten der Gleichungen sind. **Quadratische M.** mit ebenso vielen Zeilen wie Spalten sind die Koeffizientenschemata linearer $\rightarrow$ Transformationen. Wegen deren Gruppeneigenschaften (das „Produkt“ zweier Transformationen ist wieder eine Transformation) definiert man als „Produkt“ zweier quadrat. n-reihiger M. die Koeffizienten-M. der Produkttransformation. Als „Summe“ zweier M. mit den Elementen (a_{ik}) und (b_{ik}) definiert man die M. mit den Elementen $(a_{ik} + b_{ik})$.

E. SPERNER: Einführung in die analyt. Geometrie und Algebra, 2 Tle. (1 1959, 2 1959); R. ZURMÜHL: Matrizen u. ihre techn. Anwendungen (1961).

Matrize, 1) DRUCKTECHNIK: *Mater*, a) Metallform zum Guß von Lettern und Schriftzeilen;



b) Form aus Wachs, Weichblei oder Kunststoff zur Herstellung von Galvanos; c) Papierform aus mehreren Papierlagen oder Spezialpappe zum Abguß von Druckplatten.

2) SPANLOSE FORMUNG: der Teil des Werkzeugs, in dessen Hohlform der andere Teil, die *Paatrize* (Stempel), eindringt.

3) SCHUHEHERSTELLUNG: aus eisernem Ober- und Unterteil bestehende Form, durch die hindurch Perforationshohlnadeln das Leder ausstechen.

4) die Negativform bei der Herstellung von $\rightarrow$ Schallplatten.

5) BÜROTECHNIK: Folien aus Wachspapier, Metall, Kunstst. u. a. zur Herstellung von Vervielfältigungen.

Mattblech, ein Weißblech, dessen Überzug aus Blei mit Zusatz von Zinn besteht; auch ein mit rauen Walzen fertig-kaltgewalztes Feinblech, im Unterschied zu *Glanzblech*, das auf glatten Polierwalzen gewalzt wird.

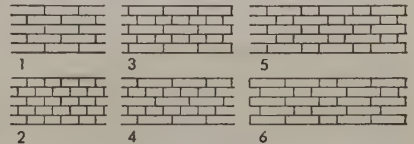
Mattglas, ein Glas mit durch Ätzen oder Behandlung im Sandstrahlgebläse entstandener undurchsichtiger, lichtdurchlässiger Oberfläche.

mattieren, den spiegelnden Glanz beseitigen; 1) bei MÖBELN durch einen matt glänzenden Überzug aus Wachslösungen, Öllacken (z. B. Kopallack), Schellacklösungen, Nitrozellulose- und Azetylzellulosepräparaten, dadurch auch Schutz gegen Klimaeinflüsse, sowie der Eigen- oder Beizfarbe des Holzes; 2) in der METALLBEARBEITUNG chem. durch Beizen oder mechan. durch Sandstrahlen oder Mattbürsten; glänzend zu erhaltende Stellen werden durch einen Anstrich oder Schablonen geschützt; 3) bei CHEMIEFASERN durch Einlagern (*Spinnmattierung*) oder Auflagern (*Nachmattierung*) von farblosen Pigmenten, z. B. Titandioxid o. ä.

Mattscheibe, eine durchsichtige Platte, deren eine Oberfläche aufgerauht ist, zum Sichtbarmachen reeller optischer Bilder in der photograph. Kamera.

Maturometer, Gerät zur Bestimmung des Reifegrades von Erbsenkörnern durch Messung ihrer Scherfestigkeit.

Mauer, eine Wand aus Bausteinen, meist mit Mörtel, die übereinandergreifend, d. h. im *Mauerverband*, aufgebaut sind. In Höhe der Deckenlage wird die *Mauergleiche* als waagerechte Ebene ausgeführt. *Stütz-M.* dienen bes. zur Aufnahme des Erddruckes; sie werden als *Schwergewichts-M.* mit



Mauerverbände: 1 Läuferverband, 2 Binderverband, 3 Blockverband, 4 Kreuzverband, 5 gotischer, 6 märkischer Verband.

entsprechenden Steinmassen oder als stahlbewehrte *Winkelstütz-M.* aus Beton in Winkelform gebaut. Die wichtigsten M.-Verbände bei M. aus künstl. Steinen sind *Läuferverband*, *Binderverband*, *Blockverband*, *Kreuzverband*, *gotischer* und *märkischer Verband* (BILD). In zwei aufeinanderfolgenden Schichten dürfen Stoffügen nicht zusammenfallen.

Mauerfraß, *Salpeterfraß*, die Zerstörung des Mauerwerks durch Kalziumnitrat (Mauersalpeter). M. entsteht, wo kalkhaltiges Mauerwerk mit stickstoffhaltigen Ausscheidungen in Berührung kommt (Viehställe, Dünggruben u. ä.).

Mauerklinker, *Fassadenklinker*, *Rohbauklinker*, gut durchgebrannte Tonziegel für schwer belastetes Mauerwerk.

Mauerlatte, BAUTECHNIK: ein Kantholz, das unter die Balkenlage einer Zwischendecke zur besseren Druckverteilung auf die Mauer gelegt wird.

Mauersteine, alle auf kaltem Wege (also ungebrannt) durch Lufttrocknung, Dampf- oder Kohlen-säurehärtung hergestellten Bausteine wie Lehmsteine, Kalksandsteine, Schwemmsteine, Schlackensteine, Betonsteine, Korksteine, Torfsteine. Gegensatz: *Maueriegel* ($\rightarrow$ Ziegel).

Maulwurfplüg, ein Plüg zur Anlage von Dränierungen ($\rightarrow$ Bodenentwässerung), hat einen in Pflügrichtung stehenden Metallbolzen mit abgeschragter Vorderfläche.

Maximum, Höchststand, größter Wert ($\rightarrow$ extremer Wert).

Maxwell, James Clerk, engl. Physiker, Prof. in London und Cambridge, * 1831, † 1879, faßte die Arbeiten FARADAYS über Elektrizität zusammen

Maxwell – Melanine

und stellte eine einheitl. Theorie auf, die in den *Maxwell'schen Gleichungen* gipfelt. M. war auch Mitbegründer der kinetischen Gasttheorie.

Maxwell, Maßeinheit für den magnet. Induktionsfluß (magnet. Induktion mal Fläche) im elektromagnet. CGS-System (Gaußsches Maßsystem). 1 M. entspricht 10^{-8} Vs.

Maxwell'sche Theorie, die von C. MAXWELL entwickelte Theorie der elektromagnet. Erscheinungen, zu denen auch das Licht gehört. Grundlagen der M. T. (*Maxwell'sche Gleichungen*) sind das *Faradaysche Induktionsgesetz* ($\rightarrow$ Induktion) und das *Ampèresche Verkettungsgesetz*, nach dem die magnet. Randspannung gleich dem die eingeschlossene Fläche durchsetzenden Gesamtstrom ist. Dabei ist neben dem Leitungsstrom auch der von MAXWELL eingeführte Verschiebungsstrom zu berücksichtigen. Hinzu kommen Aussagen über die dielektr. Verschiebung ($\rightarrow$ Elektrizität) und die magn. Induktion ($\rightarrow$ Magnetismus), wonach der gesamte, eine geschlossene Fläche durchsetzende elektr. Kraßfluß gleich den eingeschlossenen Ladungen, der entsprechende magnetische aber gleich Null ist. Zwischen elektr. Feldstärke und dielektr. Verschiebung, magnet. Feldstärke und magnet. Induktion, Leitungsstrom und elektr. Feldstärke bestehen Beziehungen, in die bei materiefülltem Raum Materialkonstanten (Dielektrizitätskonstante, Permeabilität, Leitfähigkeit) eingehen. Die M. T. verknüpft die Lichtgeschwindigkeit c , die absolute Dielektrizitätskonstante des Vakuums (Einflusskonstante) ϵ_0 und die Induktionskonstante (absolute Permeabilitätskonstante des Vakuums) μ_0 durch die Beziehung $c^2 = 1/\epsilon_0\mu_0$. Der Brechungsindex n ist für Wellenlängen, die merklich größer sind als die in das langwelligste Absorptionsgebiet fallende, mit der relativen Dielektrizitätskonstanten ϵ und der relativen Permeabilität μ durch die *Maxwell'sche Beziehung* $n^2 = \epsilon\mu$ verknüpft. Alle mit atomaren Vorgängen verknüpften Erscheinungen kann die M. T. nicht erklären. Das gelingt erst durch die Lorentz'sche Elektronentheorie und die Quantentheorie. Eine Erweiterung der M. T. zur *Elektrodynamik bewegter Medien* gelang EINSTEIN in der speziellen Relativitätstheorie.

C. SCHAEFER: Einführung in die M. T. der Elektrizität und des Magnetismus (*1949).

Mayer, Julius Robert, Arzt, * 1814, † 1878, gab als erster einen zahlenmäß. Zusammenhang für die Umwandlung mechan. Energie in Wärme an und begründete damit das Gesetz von der Erhaltung der Energie (1842). (TAFEL Naturforscher und Erfinder.) J. R. M. und das Energieprinzip, hg. von E. PIETSCH (1942).

Mazemale, Gefügebestandteile der Steinkohlen. **Mazeration**, SCHAPPSPINNEREI: Freilegen der Seidenfäden von Kokonabfällen durch Fäulen in Gruben, wodurch der Seidenleim bakteriell abgebaut wird.

M-B-V-Verfahren, modifiziertes Bauer-Vogel-Verfahren für verstärkten Oberflächenenschutz von Aluminium-Legierungen durch Oxydation.

Mechanik, der älteste und auch heute noch grundlegende Zweig der Physik. Sie untersucht die Bewegung materieller Systeme unter dem Einfluß von Kräften. Ausgehend von den Grundbegriffen des Raumes und der Zeit – Länge, Zeit, Geschwindigkeit, Beschleunigung – und der auf ihnen aufbauenden Lehre von den mögl. Bewegungen und ihrer mathemat. Darstellung (Koordinatensysteme, Bahndarstellungen), der *Kinematik*, werden in der *Dynamik* die wirklichen Bewegungen unter Zugrundelegung der Begriffe der trägen Masse und der Kraft behandelt. Die Dynamik enthält als Sonderfall die *Statik* und deren Entfaltung für techn. Anwendungen in der *techn. M.* Der systemat. Aufbau der M. umfaßt a) die M. der *Massenpunkte*, der *Systeme von Massenpunkten* und der *starken Körper* und b) die M. der *deformierbaren Körper* (M. der *Kontinua*), die die *Elastizitätstheorie* und die *Hydro- und Aeromechanik* mit den Sondergebieten Schwingungslehre und Akustik enthält. Ein Sondergebiet ist die $\rightarrow$ statistische Mechanik.

Krönung und vorläufigen Abschluß dieser *klassischen M.* bildet die $\rightarrow$ Relativitätstheorie, die experimentell geforderte Korrekturen für hohe Geschwindigkeiten und große Kräfte ergibt. Eine tiefgreifende Umbildung erfuhr die M. in der $\rightarrow$ Quantenmechanik.

GESCHICHTE $\rightarrow$ Physik.

E. MACH: Die M. in ihrer Entwicklung (*1933); A. FÖPPL: Vorlesungen über techn. Mechanik, 1 (*1948), 2 (*1949), 3 (*1951), 4 (*1923), 5 (*1922), 6 (*1921); A. SOMMERFELD: Vorlesungen über theoret. Physik, 1 (*1962), 2 (*1957); R. W. POHL: Einführung in die Physik, 1 (*1962); F. KOHLRAUSCH: Prakt. Physik, 1 (*1960).

mechanisches Wärmeäquivalent, $\rightarrow$ Energie. **Mechanismus**, Triebwerk, die innere Einrichtung einer Maschine oder eines Werkes ($\rightarrow$ Getriebe). In der NATURPHILOSOPHIE eine überholte Weltauffassung, die alles Geschehen auf mechan. Naturkräfte zurückführt.

Medium, Mittel.

Meerscham, feinkörniges, poröses und sehr leichtes wasserhaltiges Magnesiumsilikat, Verwitterungsprodukt von Serpentin. Aus M. werden Pfeifenköpfe und Zigarrenspitzen hergestellt.

mega-, vor Maßeinheiten: 10^6 .

Mehl, pulverförmiges Mahlprodukt fester Stoffe, besonders von Getreide. Zur Kennzeichnung von Weizen- und Roggenmehlen dient die *Mehltype*, die den Mineralstoffgehalt (Aschegehalt) des M. auf 100 g Trockensubstanz angibt. So hinterläßt z. B. Weizen-M. Type 450 beim Verbrennen von 100 g Trockensubstanz rd. 450 mg Asche. Je niedriger die Type, desto heller ist das M. Zur Verbesserung der Backfähigkeit werden dem Weizen-M. z. B. Phosphate, Persulfate, Bromate oder Jodate beigemischt, die sowohl die Quellbarkeit des Klebers beeinflussen als auch die Hefe im Teig anregen.

Mehrfachkammer, in der Luftphotogrammetrie angewandte Zusammensetzung des Lichtbildgerätes zu 2 und 4 Aufnahmekammern. Sind 5 oder mehr ringförmig um eine Mittelkammer angeordnet, spricht man von einer *Panoramakammer*.

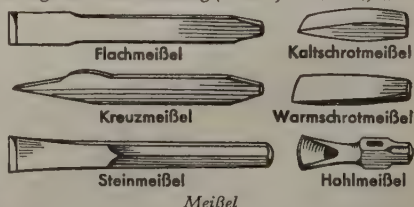
Mehrfachröhre, *Verbundröhre*, eine $\rightarrow$ Elektronenröhre, die zwei oder mehr Röhrensysteme (z. B. Dioden- und Pentodensystem) in einem gemeinsamen Kolben enthält.

Mehrfachbenzinstift, $\rightarrow$ Drebleistift.

Mehrphasenstrom, eine Verbindung von mehreren in der Phase gegeneinander verschobenen Einphasenwechselströmen ($\rightarrow$ Drehstrom).

Meiler, $\rightarrow$ Köhlerei.

Meißel, ein Werkzeug für die spanende Formung. Als Handwerkzeug (*Flach-, Kreuz-M.*) wird



Meißel

er mit dem Hammer geschlagen. Als Maschinenwerkzeug dient er, in den M.-*Halter* eingespannt, als *Dreh-M.*, *Hobel-M.* usw.

Melaminharze, zur Gruppe der Aminoplaste gehörende Kunstharze aus Melamin (Aminotriazin) und Formaldehyd, $\rightarrow$ Kunststoffe.

Melange, Gemisch aus verschiedenfarbigen Fasern, das im Streichgarnverfahren durch Mischen in der Flocke, im Kammgarnverfahren durch Verziehen gefärbter oder mehrfarbig in Querstreifen bedruckter Kamnzüge entsteht.

Melanine, natürl. dunkle Farbstoffe, die unter der Einwirkung von oxydierenden Enzymen (Oxydasen) bei Gegenwart von Sauerstoff aus verschiedenen Phenolen und Diphenolen gebildet werden. –

Bei Früchten (Kartoffel, Apfel) verursachen M. z.B. die Dunkelfärbung beim Zerschneiden oder beim Lagern, bei Tieren finden sich M. als Pigmente.

Melanophorenhormon, *MSH*, *Intermedin*, *Erythrophorenhormon*, ein Farbwchselhormon bes. des Hypophysenmittel- und -hinterlappens, das zu den Proteohormonen gehört; chemisch ein Polypeptid aus 18 Aminosäureresten.

Melaphyr, dunkelgraues, dichtes, altes basisches Ergußgestein, dem Basalt verwandt, wird wie dieser als Schotter und Pflasterstein verwendet. Höhlräume im M. enthalten stellenweise Achat-Mandeln (*M.-Mandelstein*).

Melasse, dicker, schwarzbrauner Sirup, Rückstand der Zuckerfabrikation, enthält 50 % Zucker, 10 % Salze, 20 % stickstoffhaltige Verbindungen und 20 % Wasser; wird, entzuckert oder auf Spiritus vergoren, zur Herstellung von Preßhefe benutzt oder verfüttert.

Melatonin, ein Hormon der Zirbeldrüse; Derivat des $\rightarrow$ Serotonins. Die Wirkung des M. im Säugerorganismus ist noch unklar, bei Amphibien bewirkt es eine Aufhellung der Haut.

Melilith, tetragonales Mineral, Mischkristalle von $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$ und $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$, meist gelb oder grün, Bestandteil basischer Ergußgesteine.

Mellotin, ein Dihydrokumarin ($\rightarrow$ Kumarin), das nach Steinklee duftet; Verwendung zur Tabakaromatisierung und in der Parfümerie.

Melioration, im weiteren Sinne das Urbarmachen oder die Verbesserung landwirtschaftl. genutzter Flächen, im engeren Sinne wasserbauliche Maßnahmen wie *Bewässerung*, *Entwässerung*, *Dränierung*, *Feldberegung*.

Melissinsäure, $\text{C}_{20}\text{H}_{38}\text{O}_2$, eine im Bienenwachs vorkommende wachsartige Säure.

Melissylalkohol, *Myrisylalkohol*, $\text{C}_{20}\text{H}_{41}\text{OH}$, findet sich mit Palmitinsäure zu einem Ester verbunden im Bienenwachs.

Melkmaschine, eine Saugpumpe, die die Milch vom Euter der Kuh absaugt. Der über die Euterzitze geschobene *Melkbecher* ist ein dünnwandiges Metallrohr mit luftdicht eingesetztem Gummiring, das über eine Rohrleitung ständig unter Unterdruck (0,5 at) steht. In diese Rohrleitung strömt die Milch ab, wenn in dem Raum zwischen den beiden Rohren abwechselnd Unterdruck und Atmosphärendruck herrschen, also die Saugbewegungen des Kalbes nachgeahmt werden.

Melton, reinweißes Gewebe mit einer in der Meltonaustrüstung leicht verfilzten Oberfläche (Gegensatz: *Kahlappretur*).

Membran, *Membrane*, flächenhafter Körper, der am Rand eingespannt und entweder ganz oder nur am Rand elastisch nachgiebig ist. Angewendet z.B. in Druckmessern, Durchlauferhitzern und in der Elektroakustik in Form eines dünnen Metallbleches oder eines Papierkonus bei Telefonen, Mikrofonen und Lautsprechern.

Für biolog. Vorgänge haben natürl. M. als Trennflächen zwischen Lösungen verschiedener Zusammensetzung große Bedeutung. Infolge ihrer unterschiedl. Durchlässigkeit für verschiedene Stoffe, bes. für Anionen und Kationen (*semipermeable M.*), können Stoffinhomogenitäten, Konzentrationsunterschiede und Potentialunterschiede (*M.-Potentiale*, *Doman-Potentiale*) aufrechterhalten werden.

Membranfilter, *Mikromembranfilter*, aus unverglastem Porzellan, Kieselgur, Glas usw. sowie durch Eintrocknen gewisser kolloidaler Lösungen hergestellte sehr feinporeige Filter zum Filtrieren aus dünnflüssigen Stoffen.

Memory Tube, eine Elektronenstrahlröhre, die ein Elektronenbild oder Oszillogramm bis zu mehreren Tagen als Ladungsbild auf einer isolierenden Platte konserviert.

Mendelejew, Dimitrij Iwanowitsch, russ. Chemiker, * 1834, † 1907, Prof. in Petersburg, stellte 1869 ein Periodisches von L. MEYER das *Periodische System der Elemente* auf und sagte Eigenschaften später entdeckter Elemente voraus.

Mendelevium, *Md*, radioaktives chem. Element

der Ordnungszahl 101. ^{258}Md wurde von SEABORG u. a. aus ^{253}E (Einsteinium) durch Beschuß mit Alphaeilchen hergestellt. M. verhält sich chemisch wie Thulium.

Menge, MATHEMATIK: eine Zusammenfassung von endlich oder unendlich vielen Dingen, die voneinander unterscheidbar sind (*Elemente* der M.). Eine M. ist *angeordnet*, wenn für je zwei ihrer Elemente definiert ist, welches das frühere ist, und diese Beziehung $\rightarrow$ transitiv ist. Eine M. heißt *wohlgeordnet*, wenn sie angeordnet ist und jede Untermenge ein erstes Element besitzt. Die Theorie der *unendlichen M.* (CANTOR) hat gezeigt, daß der Begriff des Unendlichen in der gleichen Weise abgestuft werden kann wie der Zahlbegriff; zwei verschieden stark unendliche M. heißen verschieden *mächtig*. M., deren Elementen sich die natürl. Zahlenreihe 1, 2, 3, ... zuordnen läßt, heißen *abzählbar*; die M. aller reellen Zahlen (Kontinuum) ist im Gegensatz zur M. aller algebraischen Zahlen nicht mehr abzählbar.

Die Entwicklung der Mengenlehre führte zu einer Umgestaltung der modernen Mathematik, in ihren letzten Konsequenzen aber auch zu Widersprüchen. Diesen begegnete man durch Axiomatisierung der Mengenlehre oder durch stufenweisen Aufbau (*Typentheorie*) oder auch durch Einschränkung der Gültigkeit des *tertium non datur* (Satz vom ausgeschlossenen Dritten).

A. FRAENKEL: Mengenlehre u. Logik (1959); E. KAMKE: Mengenlehre (1962).

Mengenfluß, geförderte Stoffmenge, Begriff der Verfahrenstechnik bei der Förderung von Gütern auf Bändern (fest), in Rinnen und Trögen (fest, flüssig) sowie Rohrleitungen (in allen Aggregatzuständen).

Meniskus, 1) OPTIK: einfache Sammellinse mit zwei nach derselben Seite gekrümmten Linsenflächen; 2) Oberfläche einer Flüssigkeit in einer dünnen Röhre.

Mennige, Blei(II, IV)-oxid, Pb_3O_4 , ein gelb-bis scharlachrotes, in Wasser unlösliches Pulver, das durch Erhitzen von Blei(II)-oxid, PbO , oder Bleiweiß im Luftstrom erhalten wird. Die M. wird als Malerfarbe, Rostschutzmittel, zur Herstellung von Bleiglasuren, Bleigläsern und Kitten verwendet.

Menthol, der Hauptbestandteil des Pfefferminzöles, ein tertiärer Alkohol der Formel $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O} = \text{CH}_3 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot (\text{OH}) \cdot \text{C}_2\text{H}_5$. M. riecht nach Pfefferminz und schmeckt scharf und kühlend. *Natürl.* M. wird aus Pfefferminzöl, *synthet.* M. aus Piperiton oder über Citronellal gewonnen. Durch Oxydation entsteht das Keton *Menthon* ($\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$). M. wird u. a. verwendet in Mundwässern, Zahnpasten, Kühlstiften, in der Likör- und Zuckerwarenindustrie.

Mergel, bröckliges Sedimentgestein aus Ton und feinkörnigem Kalkspat, gelb bis braun, grau; kalkreiche M. ergeben fruchtbare Böden und werden als Düngemittel verwendet.

Meridian, 1) ASTRONOMIE: *Mittagskreis*, der größte Kreis am Himmel durch Zenit und Pol, in dessen Ebene der Ort des irdischen Beobachters liegt. Er steht auf dem Horizont senkrecht und schneidet diesen im Nord- oder Mitternachtspunkt sowie im Süd- oder Mittagspunkt. $\rightarrow$ Kulmination.

Der *Meridiankreis* (*Meridianrohr*, *Mittagsfernrohr*) ist ein astronom. Fernrohr zur Bestimmung der Zeit und der Sternkoordinaten, das um eine westöstlich gerichtete horizontale Achse innerhalb der M.-Ebene gedreht werden kann.

2) GEOGRAPHIE: *Längenkreis*, jeder von Pol zu Pol reichende und senkrecht auf dem Äquator stehende Halbkreis ($\rightarrow$ Länge).

Die *magnetischen M.* verlaufen durch die erdmagnet. Pole, sie geben an jedem Ort die magnet. N-S-Richtung.

Meridianweiser, ein Gerät zur Richtungsfestlegung von Vermessungslinien über und unter Tage; beruht auf dem Prinzip des Kreiselkompasses.

meridionale Strahlen, OPTIK: Strahlenbüschel in einer Ebene, die die optische Achse enthält (*speichenrechte Strahlen*).

Merino, körperbindiger Damenkleiderstoff aus der feinen, weichen und stärker gekräuselten Wolle des Merinoschafes.

Meraptane, Thioalkohole, organ. Verbindungen, die sich aus den $\rightarrow$ Alkoholen durch Ersatz der OH-Gruppe durch eine SH-Gruppe ableiten. **Meraptide** sind die Salze der M.

Merkur, der sonnennächste Planet, (Zeichen ☿), der in 88 Tagen in sehr exzentrischer Ellipse (Exzentrizität 0,26) um die Sonne läuft, so daß seine Entfernung von dieser zwischen 46 und 70 Mio km schwankt. Sein Abstand von der Erde wechselt von 79 bis 219 Mio km, sein scheinbarer Durchmesser entsprechend von 12,2'' bis 4,4''. Der lineare Durchmesser beträgt 5140 km, seine Masse $\frac{1}{9.000.000}$ der Sonnenmasse oder $\frac{1}{32}$ der Erdmasse und seine mittl. Dichte $3,12 \text{ g/cm}^3$. Die Rotation des Planeten hat wahrscheinlich die gleiche Periode wie der Umlauf, so daß er der Sonne immer die gleiche Seite zuwendet. Dadurch herrscht auf der Sonnenseite eine Temperatur von über 400°C , auf der der Weltraumkälte ausgesetzten Nachtseite eine von sicher unter -100°C . Eine Atmosphäre scheint nicht vorhanden zu sein.

M. ist schlecht sichtbar, da er sich höchstens 28° von der Sonne entfernt, so daß er sich nur in der Dämmerung zeigt. In unterer Konjunktion projiziert er sich mitunter als dunkler Punkt auf die Sonnenscheibe (*Mercurdurchgang*). Das Perihel des M. verschiebt sich in 100 Jahren um 43". Diese Beobachtung kann nur mit der allgem. Relativitätstheorie erklärt werden.

Merkurisalze, Salze des zweiwertigen, *Merkurosalze*, Salze des einwertigen Quecksilbers.

meromorph, MATHEMATIK: Eine Funktion einer komplexen Variablen ist an einer Stelle m , wenn sie dort einen Pol ($\rightarrow$ Funktionentheorie) besitzt.

merzerisieren, das Veredeln von Baumwollgarnen oder -geweben durch Behandeln mit starker, kalter Natronlauge unter gleichzeitigem Strecken zur Erzielung eines waschbeständigen, seidenähnlichen Glanzes. Gleichzeitig wird die Reißfestigkeit und das Farbstoffaufnahmevermögen erhöht.

Mesatechnik, ein besonderes Ätzverfahren bei der Herstellung von $\rightarrow$ Transistoren.

Mesitylen, das symmetrische Trimethylbenzol, $C_6H_3(CH_3)_3$, findet sich im Steinkohlenteer und entsteht durch Kondensation von drei Molekülen Azeton: $3(CH_3)_2CO = C_6H_3(CH_3)_3 + 3H_2O$.

Meskalin, chem. Trimethoxyphenyl-äthylamin, Rauschgift, ein Alkaloid, das aus der Kakteenart *Lophophora Williamsii* gewonnen wird. Außer M. enthalten die Kakteen noch 3 weitere Alkaloide. M. kann auch synthetisch hergestellt werden.

Mesogesteine, → Mesozone.

Mesomere, bei vielen organ. Molekülen die Überlagerung verschiedener, anschaulich formulierbarer Grenzzustände, die sich nur durch die Anordnung der Elektronen und damit der Bindungen, nicht aber durch die Lage der Atome unterscheiden, und die nicht einzelnen in der Natur anzutreffenden Molekülen zuzuordnen sind, sondern erst durch ihre gemeinsame *Resonanz* den natürl., nicht mehr anschaulich formulierbaren Molekülzustand ergeben. Dabei ist der überlagerte Zwischenzustand energiereicher als die Grenzzustände. M. liegt z. B. beim Benzol vor und bestimmt dessen Eigenschaften und Reaktionen.

Mesonen instabile Elementarteilchen, deren Massen zwischen denen der Leptonen und denen der Nukleonen liegen. Die früher zu den M. gerechneten $\rightarrow$ Muonen (μ -Mesonen) zählt man heute zu den Leptonen. Zu den M. gehören die Pionen (π -M.) und die Kaonen (K-M.). $\rightarrow$ Elementarteilchen, TABELLE. Die Pionen entstehen in großer Zahl bei energie-reichen Kernstößen und spielen eine zentrale Rolle für die Kernkräfte. Die Kaonen können auf viele verschiedene Arten zerfallen; sie werden zusammen mit den Hyperonen wegen ihrer Seltenheit und ihres eigenartigen Verhaltens als „strange particles“ (engl. „seltensame Teilchen“) bezeichnet und entstehen zusammen mit den Hyperonen beim Stoß

von energiereichen Pionen auf Protonen. Neben den Pionen (π^+ , π^- , π^0) und den Kaonen (K^+ , K^- , K_S , $\bar{K}_S$), die nur vermöge schwacher (im Falle des π^0 auch elektromagnetischer) Wechselwirkung zerfallen und darum Lebensdauern der Größenordnung 10^{-8} bis 10^{-10} s haben (π^0 : 10^{-16} s), gibt es eine Anzahl von weiteren $M^\pm$, die mit starker Wechselwirkung zerfallen und daher nur 10^{-23} bis 10^{-25} s existieren, $\rightarrow$ Massenresonanzen.

Mesonen-Atome, aus positiv geladenen Kernen und negativ geladenen M. an Stelle eines oder mehrerer Elektronen der Hülle bestehende Atome, die aber nicht stabil sind, weil der Kern das M. in sehr kurzer Zeit einfängt.

Mesosphäre, Schicht der → Atmosphäre.

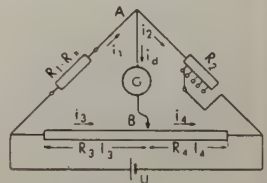
Mesothorium, *Mesothor*, natürlich radioaktive Zerfallsprodukte des Thoriums. Aus Thorium entsteht *M. I.*, das Radium-Isotop ^{226}Ra , aus diesem *M. II.*, das Aktinium-Isotop ^{218}Ac . *M. I.* wird bei der Verarbeitung von Monazitend gewonnen und zur Herstellung von Leuchtstoffen verwendet.

Mesozoikum, → Erdgeschichte.

Mesozone, der Bereich mittlerer Tiefen der Erdkruste mit relativ starkem Belastungsdruck und stark ausgeprägtem gerichtetem Druck; Bereich der Ummineralisation zu z.B. Muskowit, Biotit, Hornblende, Disthen (*Mesogesteine*).

Meßbolzen, in Steinen, Mauern u. ä. befestigte Metallbolzen, die wichtige Vermessungspunkte bezeichnen.

Meßbrücke, ELEKTROTECHNIK: eine Schaltung zum Messen von Widerständen. Am meisten verbreitet ist die *Wheatstone-Bridge*. Ihre 4 Zweige bestehen aus den Widerständen R_1 bis R_4 , von denen $R_1 = R_x$ zu ermitteln ist. Die Batteriespannung U ruft in ihnen Teilströme i_1 bis i_4 hervor. In der Verbindung *A-B* (Brückendiagonale) liegt ein Galvanometer G , das den Diagonalstrom i_d an-



Meßbrücke

an ihn großordnungsmäßig an R_x anpassen zu können. Wird die M. durch Verschieben des Schleifers abgeklippt, bis das Galvanometer $i_d = 0$ anzeigt, so gilt nach den Kirchhoffschen Regeln: $i_1 \cdot R_x = i_2 \cdot R_4$ und $i_1 \cdot R_2 = i_4 \cdot R_4$, $i_1 = i_2$ und $i_3 = i_4$, $R_x = R_2 \cdot \frac{R_4}{R_1}$; $R_x = R_2 \cdot \frac{l_3}{l_1}$. Es brauchen

also lediglich der Vergleichswiderstand R_s und das Verhältnis l_1/l_2 bekannt zu sein, um R_x zu ermitteln. Zum Messen sehr kleiner Widerstände ist die M nach THOMSON bestimmt, eine Doppelbrücke, bei der die Widerstände der Eckverbindungen nicht in das Meßergebnis eingehen.

M. lassen sich auch mit Wechselstrom betreiben, z. B. zum Messen von flüssigen Widerständen, in denen Gleichstrom Polarisationserscheinungen hervorruft. An die Stelle der Batterie tritt als Wechselspannungserzeuger ein Summer, an die des Drehspulgalvanometers ein Telefon oder ein Vibrationsgalvanometer.

Meßdraht, der → Läderindraht.

maßen, das quantitative Verhältnis einer physikalischen Größe zur zugehörigen Maßeinheit bestimmen; allgemeiner: einer Eigenschaft (*Mefßgröße*) eines Gegenstandes (*Mefßobjektes*) durch Vergleich mit einer geordneten Menge gleichartiger Eigenschaften einen *Mefßwert* zuordnen. Vergleichsmenge und Vergleichsverfahren definieren die Mefßgröße (→ Maßsysteme). Die Vergleichsgeräte lassen sich sehr oft zu *Mefßgeräten* ausbauen, die meist die

Meßgröße in einen Weg (Thermometer, Zeigerinstrumente mit Skala) umformen; hierzu TAFEL MESSTECHNIK.

Messungsfehler kommen zustande: 1) durch die begrenzte Unterscheidungsfähigkeit der Sinnesorgane (**Ableseungenauigkeit**), 2) durch unvermeidbare Unvollkommenheiten der Meßgeräte (**Anzeigeungenauigkeit**), 3) durch die nur endliche Genauigkeit der Eichung und 4) durch die grundsätzlich beschränkte Anwendbarkeit exakter Definitionen auf die Meßobjekte (z. B. molekulare Struktur). Der zulässige Gesamtfehler ist bei den der Eichpflicht unterworfenen Meßgeräten durch Gesetz festgelegt. Die Ableseungenauigkeit soll höchstens $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{20}$ der Anzeigeungenauigkeit betragen. **Systematische (regelmäßige)** Fehler, die z. B. durch Temperatureinflüsse hervorgerufen sein können, lassen sich durch Korrektur eliminieren, während **zufällige** Fehler durch wiederholte Messung und Mittelbildung verkleinert werden können (→ Ausgleichsrechnung). Von der Meßungenauigkeit zu unterscheiden ist die **Empfindlichkeit** von Meßgeräten und Meßanordnungen, die definiert ist durch das Verhältnis der Änderung der angezeigten Größe (z. B. Weg der Zeigerspitze) zu der zugehörigen Änderung der Meßgröße.

F. KOHLRAUSCH: Prakt. Physik, 2 Bde. (Bd. 1 ¹⁹⁶⁰, Bd. 2 ¹⁹⁶²).

Messer, Schneidwerkzeug aus Klinge mit Schneide und Griff, Heft oder Schale zum Handhaben. Bei M. mit fester Klinge ist diese mit der Angel am Heft befestigt, bei solchen mit bewegl. Klinge (*Taschen-M.*) in das Heft einklapp- oder einschiebbar. Es gibt M. mit Flach-, Hohl-, Kullen-, Wellenschliff.

Meßflügel, **hydrometrischer Flügel**, propellerähnliches Gerät zum Bestimmen der Geschwindigkeit des fließenden Wassers aus den hierdurch hervorgerufenen Umdrehungen der Schraubenfläche (→ Wassermessung).

Meßgleichrichter machen Wechselströme und -spannungen der Messung mit dem empfindlichen Drehspulinstrument zugänglich. Für techn. und Tönfrequenz verwendet man Kupferoxydul-M. (→ Gleichrichter), für Hochfrequenz → Richtleiter.

Messing, Legierungen aus 40–90 % Kupfer und 10–60 % Zink nach DIN 1709 u. 1726, rot bis golden, fest, beständig, gut verarbeitbar. Legierungen mit 70–90 % Kupfer werden als *Tombak* bezeichnet. *Sonder-M.*, z. B. Deltametall, Duranmetall, Spreemetall, haben geringe Zusätze von Mangan, Aluminium, Eisen und Zinn, wodurch Schmiedbarkeit und Festigkeit noch gesteigert werden.

Meßkammer, eine Photokammer für photographische Vermessungs- und Kartierungsarbeiten mit im allgemeinen unveränderlicher Brennweite. Die für die spätere Ausmessung am Stereoplanigraphen und anderen Geräten notwendigen Angaben über die Lage der Kammer zur Horizontalen im Augenblick der Aufnahme, die Bildfolge und die Zeit werden durch Mitphotographieren eingebauter Hilfsmittel wie Libellen, Zählwerk und Uhr gewonnen. Ist die Kammer für eine ununterbrochene Folge von Aufnahmen eingerichtet, spricht man von einer *Reihenmeßkammer*.

Meßkette, **Feldkette**, eine aus 0,5 m langen Stahldrahtgliedern bestehende, meist 20 m lange Kette zum Abmessen von Strecken im Gelände (Kettenmessung); heute durch das **Meßband** verdrängt.

Meßlatte, **Meßstange**, **Meßstab**, **Meßbrute**, ein hölzerner Maßstab, 3 oder 5 m lang, mit Metallenden, zum Messen von Längen im Feld; hat Dezimeterinteilung und farbige Meterfelder.

Meßprojektor, ein dem → Profilprojektor ähnl. Projektionsgerät, mit dem kleinste flache Bauteile auf ihre Maße und Formen geprüft werden können.

Meßrad dient zum Bestimmen von Entfernungen u. ä. auf Karten. Die Umdrehungen des Rades beim Abfahren der Strecken werden auf einen sich vor einer Skale drehenden Zeiger übertragen.

Meßscheibe, **METALLBEARBEITUNG**: eine zylindrische → Lehre zur Prüfung der Rachenlehren.

Meßtisch, **Mensel**, eine auf einem Stativ befestigte Zeichenplatte mit eingezeichnetem Grad- oder Gitternetz und zugehörigen Festpunkten; dient der topograph. Feldaufnahme.

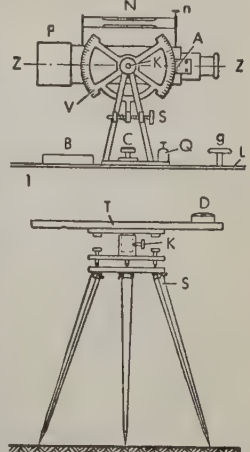
Zur Aufnahme wird die horizontal gestellte M.-Platte über dem Beobachtungspunkt (z. B. Trigonometrischer Punkt) zentrisch aufgestellt und nach Magnetisch-Nord oder nach den aufgezeichneten Festpunkten eingerichtet. Die Grundrißpunkte (Wegekreuze, Gebäudeecken, Wald- und Wiesengrenzen usw.) werden optisch-graphisch durch eine Entfernungslatte und die auf der M.-Platte aufzustellende Kippregel festgelegt. Diese besteht aus einem etwa 60 cm langen Lineal, dem eine Dosenlibelle, ein Magnetnadelbehälter und ein Maßstab, z. B. 1:25000, aufgesetzt sind und dessen Ziehkante beim Beobachten an dem auf der Zeichenplatte eingestochenen Beobachtungspunkt angelegt ist, ferner aus dem Fernrohrträger (Stehachse) mit dem kippbaren Fernrohr (Kippachse).

Meßuhr, ein uhrenähnli. → Feintaster mit einem Meßbereich bis 10 mm; dient bes. zum Feststellen von Maßabweichungen an Werkstücken.

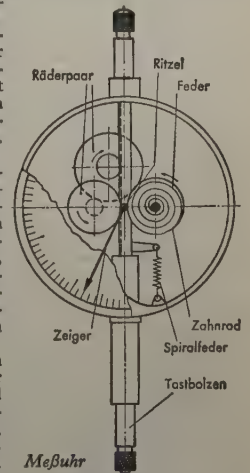
Meßverstärker, elektrische Meßgeräte, die kleine Gleich- oder Wechselstrom-Meßwerte (Strom oder Spannung) meßgenau so verstärken, daß sie mit anzeigenden und auch schreibenden Meßinstrumenten gemessen werden können.

Meßwagen, ein Eisenbahnwagen zur Untersuchung und Prüfung von Lokomotiven, Wagen, Bremsen oder des Oberbaues durch größtenteils schreibende Meßeinrichtungen, die z. T. von der mittleren ungebremsten Achse des dreiaxigen Drehgestells angetrieben werden.

Meßwandler, **Meßtransformatoren**, übersetzen meßgenau Ströme oder Spannungen, die man wegen



2
Meßtisch und Kippregel. 1 Kippregel: F Fernrohr, Z Zielachse, K Kippachse, V Vertikalkreis, A Ablesevorrichtung (Nonius oder Ablesemikroskop), S Berichtigungsschraube des Vertikalkreises, N Nivellierlibelle mit Berichtigungsschraube n, Q Querlibelle, L Lineal mit Griff g, G Kippschraube für den Träger, B Busssole. 2 Meßtisch: T Tischplatte, K Klemmschraube der Tischplatte, S Stativ, D Dosenlibelle.



Metablastese – Metalle

ihrer Stärke oder Höhe nicht unmittelbar den Meßgeräten zuführen kann. *Stromwandler* übersetzen ihren primären Nennstrom induktiv auf einen sekundären Nennstrom von 5 A bei sekundären Leistungen zwischen etwa 5 und 150 VA.

In *Spannungswandlern* wird die Primärspannung induktiv, wenn sie hoch ist, auch nach vorhergehender kapazitiver Teilung abgebaut. Die Sekundärwicklung wird für 100 V bei primärer Nennspannung bemessen.

Gleichstromwandler (15000–50000 A) werden verwendet, wenn es wegen der Stromstärke unwirtschaftlich ist, das Meßinstrument über einen Nebenzwischenwiderstand anzuschließen. Der Gleichstrom magnetisiert den hochpermeablen Kern einer Drosselspule entsprechend seiner Stärke vor und beeinflusst dadurch einen in dieser fließenden Hilfswechselstrom so, daß er dem Gleichstrom proportional ist.

Metablastese, die Umkristallisation zu granitartigen Gesteinen durch Bildung von größeren Mineralindividuen innerhalb eines feineren Mineralverbandes ohne Einschmelzungsvorgänge.

Metachromfarbstoffe, viel verwendete Azobenzolfarbstoffe, die auf die Wolle aufziehen und zu Chromlack werden.

Metadyne, eine *Zwischenbürstenmaschine*, Sonderbauart der Gleichstrommaschine. Als *Umformer* eignet sie sich zur Umwandlung eines normalen Konstantspannungssystems in ein Konstantstromsystem. – Der *M.-Generator* erzeugt bei konstanter Drehzahl einen konstanten Strom. Der *M.-Motor* wird mit konstantem Strom gespeist. M. werden als Umformer in Fahrzeugen und als Schweißstromerzeuger eingesetzt.

Metagalaxis, das gesamte materielle Weltall, bes. die Gesamtheit der Sternsysteme.

Metaldehyd, $(C_2H_2O)_n$, ein Polymerisationsprodukt des Acetaldehyds, bildet sich daraus bei der Einwirkung geringer Mengen von Säuren bei Temperaturen unter 0° C. Verwendung als Brennstoff.

Metallamide, chem. Verbindungen der Metalle mit der NH_2 -Gruppe, Abkömmlinge des Ammoniaks, NH_3 .

Metallamine, *Metallammoniakate*, Komplexverbindungen von Metallsalzen mit Ammoniak NH_3 .

Metallbeschattung, ein Präparationsverfahren der Elektronenmikroskopie zur Steigerung der Bildkontraste. Das Präparat wird im Hochvakuum schräg mit einem Schwermetall dünn bedampft. Durch die Objekturebenenheit wird bei der elektronenmikroskopischen Betrachtung ein Bildeindruck erzielt, der an eine schräg beleuchtete Oberfläche erinnert.

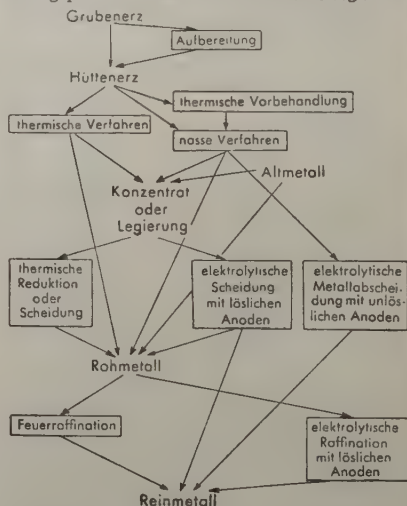
Metallampfampen sind → Gasentladungslampen mit Edelgas-Grundfüllung sowie Metallsätzen als feste oder flüssige Bodenkörper, die aus dem Netz betrieben werden können. Das nach der Zündung zuerst erscheinende Edelgas-Licht wird bei Zunahme von Erwärmung und Dampfdruck allmählich von den charakterist. Farben der Metallstrahlung verdrängt, die an Anregungsspannung der Metallatome kleiner ist als die der Edelgasatome. – Wichtig für Beleuchtungszwecke sind nur die Natrium- und die Quecksilberdampfampfen. Für physikal. Untersuchungen dienen „Spektrallampen“ mit anderen Metallfüllungen (Cd, Zn usw.). *Natriumdampfampfen* haben im Betrieb einen Dampfdruck bis zu einigen Torr und orangefelbes Licht (Niederdrucklampen). *Quecksilberdampfampfen* werden als Nieder- (0,01 bis 1 Torr), Hoch- (bis 30 at) und Höchstdrucklampen (bis einige 100 at) gebaut. Höchstdrucklampen erzeugen extrem hohe Leuchtdichten (bis etwa 150000 Stilb). – Natriumdampfampfen werden mehr zur Beleuchtung freier (Ausfall-, Ortsverbindungs-, Überland-) Straßen, Quecksilberdampfampfen mehr für belebte Straßen verwendet. Niederdrucklampen lassen sich nach dem Verlöschen jederzeit wieder zünden, während bei Hochdruckröhren erwartet werden muß, bis der hohe Betriebsdruck abgesunken ist, da die Zündspannung sonst die Netzspannung erheblich überschreitet.

Metalldrahtlampe, → Glühlampe.

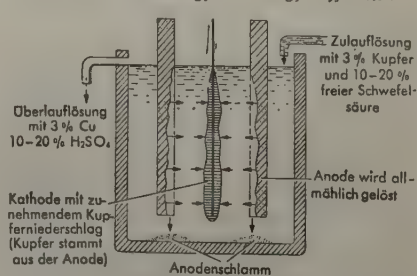
Metalle, chem. Elemente mit folgenden kennzeichnenden Eigenschaften: starker Glanz (*Metallglanz*) infolge hohen Reflexionsvermögens; sehr großes Absorptionsvermögen für Licht; hervorragende, mit steigender Temperatur abnehmende elektr. und therm. Leitfähigkeit; meist gute plast. Verformbarkeit durch Walzen, Schmieden, Pressen, Ziehen usw.; das Produkt aus spezif. Wärme und Atomgewicht ist nahezu 6 (*Dulong-Petit'sche Regel*); Neigung zur Bildung positiver Ionen; Kristallgitter hoher Symmetrie; hohe Koordinationszahlen; M. sind bei Raumtemperatur meist fest.

Einteilung der Metalle	Beispiele
1. Leichtmetalle mit spezif. Gewicht unter etwa 4,5	Magnesium, Aluminium, Titan
2. Niedrigschmelzende Schwermetalle	Zink, Kadmium, Zinn, Blei, Quecksilber
3. Hochschmelzende Schwermetalle	Eisen, Chrom, Kobalt, Nickel, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Palladium
4. Sehr hochschmelzende Schwermetalle	Wolfram, Tantal, Molybdän

Die meisten dieser Eigenschaften beruhen darauf, daß im metallischen Kristallgitter die äußeren Elektronen nur lose gebunden und leicht verschiebbar sind; diese Elektronen absorbieren oder streuen einfallendes Licht und machen die M. undurchsichtig und glänzend. Im Gitter sitzen die positiven Ionen dicht gepackt und werden durch die bewegl. Elek-



Metalle 1: Gewinnung, Scheidung, Raffination



Metalle 2: schematische Darstellung des Raffinationsvorgangs mit Hilfe löslicher Anoden (Badquerschnitt)

TECHNISCH WICHTIGE METALLE

Metall	Schmelzpunkt (°C)	Siedepunkt (°C)	Metall	Schmelzpunkt (°C)	Siedepunkt (°C)
Aluminium	658	2500	Nickel	1453	3177
Beryllium	1285	2967	Palladium	1555	4000
Blei	327	1750	Platin	1774	4400
Chrom	1920	2327	Quecksilber	-39	357
Eisen	1535	2730	Silber	960	2170
Gold	1063	2960	Tantal	3030	4100
Kadmium	321	765	Titan	1727	3000
Kobalt	1492	3185	Vanadium	1726	3400
Kupfer	1084	2595	Wismut	271	1560
Magnesium	657	1102	Wolfram	3380	6000
Mangan	1221	2152	Zink	419	906
Molybdän	2622	4800	Zinn	232	2430

tronen zusammengehalten (plast. Verformbarkeit). Dabei kann ein Ion oft durch ein andersartiges ersetzt werden (Legierungsfähigkeit).

Von den 92 natürl. Elementen werden nur Wasserstoff, Bor, Kohlenstoff, Silizium, Stickstoff, Sauerstoff, Phosphor, Schwefel, Fluor, Chlor, Brom, Jod, Helium, Neon, Argon, Krypton, Xenon und Radon nicht als M. angesehen, sowie Zinn, Selen und Arsen in bestimmten Zustandsformen.

H. BORCHERS: M.-Kunde, Bd. 1 (*1962), Bd. 2 (*1959).

Metallfärbung, wird meist durch Tauchen in oder Aufstreichen von Lösungen oder Einwirken von Gasen bewirkt. Oft werden die Oxide, Sulfide oder basischen Salze des zu färbenden Metalls, seltener auch farbige andere Verbindungen auf der Oberfläche erzeugt. Metalle, die selbst keine farbigen Verbindungen bilden, verкупfert man vorher oft, da sich Kupfer am besten färben läßt.

Auf natürl. Wege entstandene M., bes. basisches Kupferkarbonat, -sulfat oder -chlorid, heißt *Patina*; auch die künstl. M. wird *Patinieren* genannt.

H. KRAUSE: M. (*1951).

Metallgummi, → Schwingmetall.

Metallkeramik, die → Pulvermetallurgie.

Metallkitt, ein auf vielen Metallen gut haftendes Lötlmittel, z. B. eine Legierung von 74 % Quecksilber und 26 % Kadmium.

metallisieren, Gegenstände durch Aufdampfen dünner Metallschichten im Hochvakuum, chem. Reduktion von Metallsalzen, Galvanisieren oder nach dem → Metallspritzverfahren mit einer widerstandsfähigen Metallschicht überziehen.

Metallkleber, Kunststoffe zum Verkleben von Metallen untereinander oder von Metallen gegen andere Werkstoffe (Kautschuk, Keramik u.a.). M. sind vor allem Phenolharz-Polyvinylformal-Kombinationen, Diisocyanate oder Epoxiharze. Sie ergeben u. U. sehr feste Flügenverbindungen (*Metallklebbauteile* im Flugzeugbau).

Metallkunde, die Lehre vom Aufbau, den Eigenschaften und deren Beeinflussung, den Grundlagen der Verarbeitung, des Verhaltens und der Untersuchung von Metallen und Legierungen. Der früher oft gebrauchte Ausdruck *Metallographie* wird heute meist nur auf die metallmikroskop. Untersuchung angewendet.

H. BORCHERS: Metallkunde Bd. 1 (*1962), Bd. 2 (*1959).

Metallographie, → Metallkunde.

Metalloide, früher für Nichtmetalle.

metallorganische Verbindungen, Verbindungen, in denen Metalle mit organisch-chemischen, z. B. mit Kohlenwasserstoffresten verknüpft sind. Sie sind für diese von fast allen Metallen bekannt. Viele m. v., wie das Zinkdiäthyl, entstehen bei der Einwirkung von Halogenalkylen auf die Metalle; andere, wie das Zinntetraäthyl, können mit Hilfe der Zinkalkyle aus den Metallchloriden hergestellt werden. Eine für die präparative Chemie sehr wichtige Klasse von m. v. sind die *Grignardschen Verbindungen*.

gen, Magnesiumhalogenalkyle vom Typ des Äthylmagnesiumbromids, $C_2H_5 \cdot Mg \cdot Br$.

Metallpapier, Papier mit aufgeleimtem, kaschiertem dünnem Blattmetall oder aufgestrichenem Metallpulver.

Metallporzellan wird nach Aufbrennen einer stromleitenden Schicht auf galvanoplast. Weg verкупfert, dann versilbert. Ohne Vorverкупfert stärker versilbertes M. heißt *Silberporzellan*.

Metallschlauch, eine biegsame Metallröhre aus einem zwei- oder mehrnigig profilierten Metallband, das schraubenförmig so um sich selbst gewunden wird, daß die Kanten der einzelnen Windungen ineinandergreifen. In die dabei entstandene Höhlung werden Gummifäden als Dichtung eingelegt. Aus Werkstoffen hoher Dehnung (Kupfer oder Kupferlegierungen) werden M. durch stufenweises Einsinken von Rillen hergestellt.

Metallschutz (gegen Oxydation, Korrosion u. a.) kann durch Anstrich, Überzüge mit anderen Metallen (Galvanotechnik), Tauchen in geschmolzene Metalle (Verzinken, Verzinnen), Metallspritz-, Diffusionsverfahren (Inchromieren), Kalorisieren, Silizieren, Sherardisieren, Legieren, Emaillieren, Phosphatieren, Metallfärbung, Farb- und Lackanstriche und Fett- oder Kunstharzschichten erreicht werden.

W. WIEDERHOLT – J. ELZE: Taschenbuch des M. (1960).

Metallseifen, wasserunlösliche, salzart. Metallverbindungen, (Aluminium, Zink, Mangan, Blei, Kupfer) die meist die Fettsäuren von Leinöl, Holzöl (z. B. Manganlinoleat) oder auch Harzsäure (z. B. Manganresinat) enthalten. Sie dienen als Trocknungsmittel und in der Medizin z. B. als Bleipflaster.

Metallspritzverfahren, die Herstellung von Metallüberzügen zum Schutz oder zur Verschönerung, auch zum Ausbessern abgenutzter Maschinenteile u. ä. Dabei werden die aufzuspritzenden Metalle einer *Spritzpistole* meist in Drahtform, seltener in Pulverform zugeführt, durch Sauerstoff-Brenngasgemische geschmolzen und durch Druckluft zerstäubt. Den Drahtvorschub bewirken meist Elektromotoren, die Zuführung des Gasgemisches Injektorapparate. Als Brenngas kann Propan den früher verwendeten Wasserstoff vollwertig ersetzen.

Metallsuchgerät, *Metalldetektor*, elektr. Gerät zur Feststellung metallischer Fremdkörper in nichtmetall. Gütern (z. B. Kohle, Kalk, Tee, Tabak), beruht auf der Verzerrung des magnetischen Feldes einer stromdurchflossenen Spule durch das Metall. Das verzerrte Feld induziert in einer zweiten Spule eine elektr. Spannung, die über einen Verstärker z. B. eine Alarmaneinrichtung oder Mittel zur Entfernung der Verunreinigung auslöst.

Metalltinte, Aufschlämmung von Bronzefarben in Gummiarbikumlösung.

Metallurgie, auch *Hüttenkunde*, die Erzeugung metallischer Stoffe in großtechn. Maßstab aus Erzen und Schrott. In Dtl. wird manchmal, im Ausland immer die Technik der Weiterverarbeitung in den Begriff M. einbezogen. → Pulvermetallurgie.

Metamagnetismus, die wahrscheinlich auf spurenhafter ferromagnetischer Verunreinigung beruhende Erscheinung, daß bei schwachen Magnetfeldern eine Magnetisierung in Feldrichtung, bei starken dagegen nach der Sättigung der ferromagnet. Beimengung eine diamagnet. Magnetisierung gegen die Feldrichtung auftritt.

Metametalle, die metall. Elemente mit geringen Abweichungen von den typischen Metalleigenschaften, bes. von der höchsten Kristallsymmetrie.

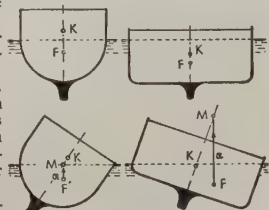
metamikt heißen Kristalle, die infolge Zerstörung des Kristallgitters durch radioaktive Strahlung unter Beibehaltung der äußeren Form in einen amorphen Zustand übergeführt sind, z. B. viele Thorite und Gadolinite.

Metamorphose, Umwandlung von Mineralien und Gesteinen durch Temperatur- und Druckänderung und Zufuhr chemisch wirksamer Gase, Dämpfe und Magmen, → Dislokation, → Kontaktgesteine, → Regionalmetamorphose.

metastabile Zustände, solche Anregungszu-

stände eines Atoms oder Moleküls, die nicht oder nur mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit unter Ausstrahlung eines Lichtquants in einen der energieärmeren Zustände übergehen, so daß sie verhältnismäßig sehr große mittlere Lebensdauern haben. Die m. Z. von Atomkernen führen zur Kern-Isomerie, d. h. Existenz verschiedener Atomkerne bei Gleichheit der Atomgewichte und Kernladungen.

Metazentrum, SCHIFFBAU: der Schnittpunkt *M* der Auftriebsrichtung des um einen sehr kleinen Winkel α geneigten Schiffskörpers mit der Symmetrie-Ebene. Die *metazentrische Höhe* ist der Abstand des Gewichtsschwerpunktes *G* von *K*. Je größer *MK*, um so stabiler ist das Schiff, d. h. um so schneller richtet es sich aus der Neigung auf.



Meteor, vagabundierende Gesteinsbrocken außerirdischer Herkunft, nicht selten Bruchstücke aufgelöster $\rightarrow$ Kometen, die sich der Erde nähern und sich beim raschen Eindringen (11 bis 70 km/s) in die Erdatmosphäre bis zum Glühen erhitzen und dadurch besonders am Nachthimmel als *Sternschuppen* oder *Feuerkugeln* sichtbar werden. Manche M. verdampfen beim Durchstoßen der Erdatmosphäre nicht ganz und fallen, oft unter donnerähnlich. Schallerschneigungen, als *Meteoriten* auf die Erdoberfläche. Mittelgroße Meteorite bohren sich bis zu 2 m in den Boden ein, große können beim Aufprall ganze *Meteoritenkrater* ($\varnothing$ bis über 1 km) aufreißen. Das andere Extrem bildet der *meteoritische Staub*, dessen Teilchen von einigen tausendstel mm Durchmesser beständig auf die Erdoberfläche herabrieseln, wodurch die Erde täglich einen Massenzuwachs von etwa 6000 t erhält. Über die Herkunft der M. $\rightarrow$ interstellare Materie.

Mineralologisch unterscheidet man die *Eisen-Meteorite* oder *Holosiderite* und die etwa 20–50mal häufigeren *Stein-Meteorite*. *Mesosiderite*, *Siderolithe* oder *Lithosiderite* sind Übergangsformen zwischen beiden. In den M. wurden nur chem. Elemente gefunden, die von der Erde her bekannt sind, wenn auch in anderer Häufigkeitsverteilung. Die Stein-M. bestehen meist aus Olivin, Bronzit, Feldspat, Plagioklas, Albit, Anorthit, Troilit, Oldhamit, Dauréolith, Schreibersit, Cohenit, Lawrenzit, Tridymit, Magnetit, Chromit, Enstatit, Hypersthen, Clinoenstatit, Diopsit, Hedenbergit, Augit u. a. m. Die Eisen-M. (bis zu 70 t) enthalten gediegenes Eisen mit bis zu 8 % Nickel, ½ % Kobalt und Einschlüsse von Olivin, Troilit u. a. Mineralien. Polierte und mit stark verdünnter Salpetersäure geätzte Platten von Eisen-M. zeigen einen Aufbau aus großen, gitterartig angeordneten Kristallen (*Widmannstätten-sche Figuren*). *Tektite*, auch Glas-Meteorite genannt, bestehen zu 80 % aus Kieselsäure.

Meteorograph, Baro-Thermo-Hygrograph, meteorolog. Registrierinstrument, das gleichzeitig mehrere meteorolog. Elemente aufzeichnet.

Meteorologie (hierzu TAFEL Wetterkunde), die Physik der Atmosphäre und die Lehre vom Wetter, die als Teil der $\rightarrow$ Geophysik auch Vorgänge im Weltraum und in den obersten Schichten der Erdoberfläche einbezieht. Die *synoptische M.* behandelt den Wetterablauf über größeren Gebieten. Die *theoretische M.* bedient sich der Methoden der theoret. Physik (Thermodynamik, Gasdynamik). Wachsende Bedeutung gewinnen verschiedene Zweige der *angewandten M.* in ihren Beziehungen zu Nachbarfächern, so die *Agrarmeteorologie*, die *Bioklimatologie*, die *Meteoropathologie*, die *techn. und forstl. M.*, die *Flugmeteorologie*. Die Entwicklung der Wetter-

vorhersage wurde durch die Erforschung der freien Atmosphäre und die Satellitentechnik gefördert.

GESCHICHTE. Der Name *M.* geht auf ARISTOTELES zurück. Bei Kultur- und Naturvölkern besteht seit langem ein umfangreicher Erfahrungsschatz, der in vielen Volkswetterregeln niedergelegt ist. Eine wissenschaftl. M. war aber erst nach Erfindung der wichtigsten Instrumente (Barometer, Thermometer usw.) im 17. Jahrh. möglich, wenn auch Regelmessungen in Indien und Palästina und Windfahnen in Griechenland schon viel früher bekannt waren. *Lehrbücher:* HANN-SÜRING: *Lehrb. d. M.* (1954); J. BLÜTHGEN: *Allg. Klimatologie* (Lb. d. allg. Geographie, hg. v. E. Obst, Bd. II, 1964). – *Zeitschriften.* *Ztschr. für M.* (seit 1946); *Meteorolog. Rundschau* (seit 1947); *Annalen der M.* (seit 1948); *Archiv für M.*, *Geophysik u. Bioklimatologie* (seit 1949).

Meteoroskop, kleiner Theodolit mit Kreisteilung von Grad zu Grad und Visiereinrichtung an Stelle eines Fernrohrs.

Meter, Abk. *m*, Längeneinheit mehrerer physikalischer und der in Wirtschaft und Technik gebräuchlichen Maßsysteme (ÜBERSICHT Längenmaße S. 364). Nach der *M.-Konvention* von 1875 wird das *M.* definiert und realisiert durch ein im *Bureau International des Poids et Mesures* (Internationales Maß- und Gewichtsbüro) aufbewahrtes Urnormal aus Platin-Iridium, das gleich dem 20millionsten Teil eines Erdmeridians sein sollte. Spätere Messungen ergaben jedoch eine Abweichung davon. Daher und wegen der Ungenauigkeit (einige 10^{-7} m) und Unbeständigkeit (Umkreisallisation) eines materiellen *M.-Prototyps* hat die 11. Generalkonferenz der Internat. Konvention für Maße und Gewichte die Länge des *M.* durch die Wellenlänge λ einer bestimmten Spektrallinie des Kryptons (quantenmechan. Bez. $2p_{10}-5d_5$) neu festgelegt: 1 m = 1650763,73 λ .

Meterkerze, veraltet für $\rightarrow$ Lux.

Meterkilopond, in der Technik auch *Meterkilogramm*, Abk. *mkp* (*mkg*), Maßeinheit der $\rightarrow$ Energie.

Methakrylsäure, $CH_2 = C(CH_3) - COOH$, ein Homologes der Akrylsäure. Das *M.* und ihre Ester polymerisieren leicht; letztere dienen zur Herstellung von Kunststoffen (*Polymethakrylate*).

Methan, CH_4 , die einfachste gesättigte Verbindung des Kohlenstoffs mit Wasserstoff, die Muttersubstanz der aliphatischen organ. Verbindungen, ein farb- und geruchloses, brennbares Gas. *M.* findet sich im Erdgas und entsteht bei der trockenen Destillation der Steinkohlen. Auch das *Grubengas* besteht zum größten Teil aus *M.* Ferner entsteht es bei der Gärung der Zellulose, findet sich also unter den aus Sümpfen aufsteigenden (*Sumpfgas*) und den bei der Verdauung im Darm gebildeten Gasen. Synthetisch wird es z. B. aus Kohlenoxid und Wasserstoff bei 250°C unter Anwendung von Nickel als Katalysator hergestellt. Verwendung zur Gewinnung von Acetylen, Blausäure und Chlorierungsprodukten wie Methylchlorid und Chloroform.

Methanol, $\rightarrow$ Methylalkohol.

Methin, die im Chloroform, $CHCl_3$, vorkommende dreiwertige Atomgruppe $CH=$.

Methionin, eine schwefelhaltige $\rightarrow$ Aminosäure, wichtig für physiologische Methylierungsvorgänge.

Methyl, CH_3 , einwertiges organ. Radikal, das in freiem Zustand nicht beständig ist. Die Einführung einer Methylgruppe in organ. Verbindungen nennt man *Methylierung*.

Methylalkohol, Methanol, CH_3OH , der einfachste Alkohol, der in der Natur als Ester in äther. Ölen und als Äther in vielen Pflanzenstoffen, z. B. im Lignin des Holzes enthalten ist. *M.* wurde früher ausschließlich aus $\rightarrow$ Holzgeist gewonnen, heute wird er synthetisch durch katalyt. Reduktion des Kohlenoxids mit Wasserstoff bei etwa 450°C und 200 atü nach der Gleichung $CO + 2H_2 = CH_3OH$ hergestellt. *M.* wirkt stark giftig und wird als Lösungsmittel und zum Denaturieren des Äthylalkohols verwendet, ferner zur Herstellung von Formaldehyd, Dimethylanilin und vieler anderer organ. Verbindungen.

Methylamin, $\text{CH}_3 \cdot \text{NH}_3$, die einfachste organ. Base ($\rightarrow$ Amino); findet sich in manchen Pflanzen, ferner unter den Destillationsprodukten von Knochen. M. ist ein dem Ammoniak ähnl. Gas, aber stärker basisch.

Methyläther, $\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3$, entsteht beim Erwärmen von Methylalkohol und Schwefelsäure, ist isomer mit Äthylalkohol.

Methylchlorid, *Chlormethyl*, CH_3Cl , entsteht durch Erhitzen eines Gemenges von Methylalkohol, Kochsalz und Schwefelsäure; kommt unter Druck verflüssigt in den Handel und wird zur Kälteerzeugung verwendet.

Methylen, *Methen*, die Atomgruppe $\text{CH}_2 =$.

Methylenblau, *Thiazinfarbstoff*, ein Azinfarbstoff zum Färben von Papier, Stroh, Tinte. M. dient auch für pharmazeut. Zwecke und als Vitalfarbstoff für bestimmte Teile des lebenden Organismus.

Methylchlorid, CH_3Cl , wird durch Chlorieren von Methan hergestellt, dient als Lösungsmittel.

Methyljonone, Derivate des Jonons, hervorragende Riechstoffe für die Parfümerie mit irisartigem oder holzigem Duft.

Methylkautschuk, ein $\rightarrow$ Kautschuk, hergestellt aus Dimethylbutadien.

Methylorange, Indikator der Azidimetrie. Seine gelbe Farbe schlägt in sauren Lösungen in Orange um.

Methylviolett, ein Gemenge der salzsauren Salze einiger Methylderivate des Pararosanilins, technisch hergestellt durch Oxydation einer Mischung von N-Dimethylanilin und Kochsalz durch Luftsauerstoff, mit Kupfersalzen und Phenol als Katalysatoren. Verwendung zur Herstellung von Kopierstiften, Farbbändern für Schreibmaschinen usw., zum Färben von Baumwolle sowie als Antiseptikum.

Methylzellulose, mit Methylalkohol verästerte Zellulose, dient zur Herstellung von Klebstoffen, Hautkremes, Druckpasten für Zeugdruck u. a.

Methyl, *Methyl*, das schwefelsaure Salz des Monomethylparaamidphenols, $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{NH} \cdot \text{CH}_3$; dient als Entwickler in der Photographie.

Metrik, der durch Längenmessungen zu ermittelnde Maßzusammenhang des Raumes, der nach der allgemeinen $\rightarrow$ Relativitätstheorie nicht mehr genau den Gesetzen der euklidischen Geometrie entsprechen muß. Nach EINSTEIN ist die M. des Raumes in ähnlicher Weise wie das elektromagnetische Feld als ein physikal. Feld (*metrisches Feld*) aufzufassen, das physikal. Kraftwirkungen auf die darin befindl. Materie ausübt. Die Abweichung der realen M. vom Schema der euklid. Geometrie ergibt nach EINSTEIN die Gravitationskräfte.

metrisches System, das auf Meter und Kilogramm aufgebaute System der $\rightarrow$ Maßeinheiten der Länge und der Masse und den daraus abgeleiteten Größen mit dezimaler Teilung; in erweiterter Bedeutung auch das durch Hinzufügen der Sekunde als Zeiteinheit entstehende System (*MKS-System*).

VORSÄTZE ZUR VERVIELFACHUNG UND TEILUNG METRISCHER MASSEINHEITEN

T tera- = 10^{12}	d dezi- = 10^{-1}
G giga- = 10^9	c centi- = 10^{-2}
M mega- = 10^6	m milli- = 10^{-3}
k kilo- = 10^3	μ mikro- = 10^{-6}
h hekto- = 10^2	n nano- = 10^{-9}
da ¹⁾ deka- = 10^1	p pico- = 10^{-12}

¹⁾ In Dtl. häufig D, in Österreich auch dk.

Die *metrischen Maße und Gewichte* werden heute hauptsächlich für prakt. Belange (Wirtschaft, Technik) in allen der *Meterkonvention* angeschlossenen Ländern benutzt (ÜBERSICHT S. 364).

MeV, Abk. für Mega-Elektronenvolt ($10^6 \rightarrow$ Elektronenvolt).

Mg, chem. Zeichen für $\rightarrow$ Magnesium.

MHD-Generator, $\rightarrow$ magneto-hydrodynamischer Generator.

Michelsonversuch: Ein Lichtstrahl wird bei schrägem Auftreffen auf eine halbversilberte Glasplatte in zwei Strahlen geteilt, die verschiedene Wege durchlaufen, bevor sie wieder vereinigt und

damit zur Interferenz gebracht werden. Die beiden Wege liegen rechtwinklig zueinander und auch zu einer Achse, um die die Apparatur gedreht werden kann. Indem man prüft, ob die Interferenzen sich bei einer Drehung um 90° verändern, kann man mit großer Genauigkeit entscheiden, ob die *Lichtgeschwindigkeit* für die beiden verschiedenen Wegrichtungen gleich oder verschieden ist. A. MICHELSON (Nobelpreis 1907) zeigte auf diese Weise die Unabhängigkeit der Lichtgeschwindigkeit von der Erdbewegung und schuf damit eine der wichtigsten Beweisgrundlagen für die $\rightarrow$ Relativitätstheorie.

Migmatite, *Mischgesteine*, dadurch entstanden, daß das Eruptivmagma ein anderes Gestein in sich aufschmolz oder es in zahllosen Adern durchdrang (*Migmatisation*).

mikro-, Abk. μ , vor Maßeinheiten: 10^{-6} .

Mikroanalyse, eine chemische $\rightarrow$ Analyse, die von 15 bis 1 mg und kleineren Probenmengen ausgeht oder Spuren von Stoffen in größeren Mengen des Ausgangsmaterials bestimmt. Man verwendet *Mikrowaagen* und Geräte im Mikromaßstab. Besondere Verfahren der *Mikrochemie* sind Mikrokrystallfällungen (*Tüpfelanalyse*). Die M. hat sich bes. bei der chem. Untersuchung der nur in winzigen Mengen gewonnenen $\rightarrow$ Transurane bewährt. E. PREGL u. H. ROTH: Quantitative organ. M. (¹⁹⁵⁸); W. GEILMANN: Bilder zur qualitativen M. anorgan. Stoffe (¹⁹⁶⁰). – *Zeitschrift*: Mikrochemie.

mikrobielle Eiweiß- und Fettsynthese, *Biosynthese*, die Bildung von Eiweiß, Fett, Kohlenhydraten usw. durch Kleinlebewesen (Mikroben) wie Hefen, Schimmelpilze und Algen. Für die mikrobielle *Eiweißsynthese* sind bes. Wuchsefen und Schimmelpilze wichtig. Als Nährboden dienen kohlenhydratreiche Nährsubstrate wie Zuckerrüben (Melasse), Kartoffel- und Molkeerückstände u. a., denen im Bedarfsfall auch anorgan. Stickstoffverbindungen zugesetzt werden können. Das Wachstum der Hefe vollzieht sich in Bottichen mit bis zu 500 m³ Inhalt, denen die Nahrungslösung unter sehr intensivem Durchblasen von Luft (Feinstbelüftung) meist kontinuierlich zufließt. Aus 100 g verhefaren Kohlenhydraten, z. B. Traubenzucker, erhält man rd. 50 g Hefetrockensubstanz mit 45–60% Roh-eiweiß (davon 40–45% verdaulich). In Separatoren werden die Zellmassen der Hefe von der verbrauchten Nährlösung getrennt. Die „Hefemilch“ wird nach Voreindampfung über Walzentrocknern zu *Hefeflocken* oder über Sprühtrocknern nach dem Zerstäubungsverfahren zu *Pulverhefe* getrocknet. Diese kommen als *Nähr- oder Futterhefe* in den Handel, werden zu *Hefextrakt* oder *Hefeweißer* sowie auf pharmazeut. Grundstoffe wie Nukleinstoffe, Vitamine, Sterine, Purine u. a. verarbeitet.

In ähnl. Weise können Hefen gezüchtet werden, die in ihrem Zell-Leib *Fett* einlagern. Auch gewisse Formen von Kieselalgen (Diatomeen) bilden aus anorgan. Substanzen Fett. Man züchtet sie in Erdbabkochungen mit mineral. Zusätzen.

Mikrobielles Eiweiß wird neuerdings in den USA aus höheren Pilzen, bes. Morcheln, in Submerskultur (Unterwasserkultur) hergestellt. Das Myzel wird in Tanks von 500–10000 l Inhalt gezüchtet. Die 1 bis 3 cm großen Fruchtkörper werden gefriergetrocknet und pulverisiert. Das Aroma gleicht dem in Erde gewachsener Pilze.

Die Produktion an mikrobiell erzeugtem Eiweiß in Form von Trockenhefe betrug 1944 in Dtl. etwa 200000 Doppelzentner, 1960 in der Bundesrep. Dtl. etwa 140000 Doppelzentner.

Mikrochemie, $\rightarrow$ Mikroanalyse.

Mikrodokumentation, die $\rightarrow$ Dokumentation unter Verwendung verkleinerter photograph. Abbildungen. Verkleinert wird bis 30:1 auf *Mikrofilme*, meist 35mm- oder 16mm-Filme, seltener 9 $\times$ 12cm-Planfilme, sowie durch *Mikroformaten* (photograph. Papierbilder) im Bibliotheksformat 7,5 $\times$ 12,5 cm, auf denen mehrere Einzelbilder zeilenförmig angeordnet sind.

Mikrokopien, *Mikrobücher* u. ä. lassen sich im Bedarfsfalle auf das Originalformat vergrößern; ange-

Mikrohärte – Mikroskop

sichts des geringen Raumbedarfs bei der Aufbewahrung gewinnt deshalb die M. zunehmend an Bedeutung. Gewöhnlich werden Mikrokopien als Negativ oder Positiv im Lesegerät betrachtet.

Mikrohärte, eine Meßzahl zur Kennzeichnung der → Härte kleinster Bereiche, einzelner Kristalle, dünner Schichten u. dgl. Auf 10 Mikron Eindrucksgröße bezogen, liegen die M.-Zahlen (*Einkristall-M.*) der Festkörper zwischen wenigen kp/mm^2 (z. B. Talk 2–3 kp/mm^2) und einigen 1000 kp/mm^2 bei Karbiden, Nitriden, Boriden usw.

Die M.-Prüfung wird mit Diamantprüfkörpern vorgenommen, die unter dem Mikroskop durch besondere Geräte mit Belastungen von 1 bis 200 p in die zu prüfende Oberfläche eingedrückt werden; die bleibenden Eindrücke (Durchmesser etwa 2–40 μ) werden mikroskopisch ausgemessen. Hauptanwendungsgebiet sind die Metallforschung und die Metalltechnologie sowie die Mineralogie.

Mikroklima, das Klima der bodennahen Luftschicht (bis etwa 2 m Höhe) auf kleinstem Raum, zeichnet sich gegenüber den üblichen Klimadaten aus durch stärkere tägl. (und jährl.) Schwankungen der Temperatur, größere Luftfeuchtigkeit und verringerte Windgeschwindigkeit, jeweils in Abhängigkeit vom Untergrund und von der Vegetation. Die Physik des M. (*Mikrometeorologie*) befaßt sich bes. mit den grundlegenden Fragen der Turbulenz.

R. GEIGER: Das Klima der bodennahen Luftschicht (1961).

Mikroklin, → Feldspat.

Mikrolithe, mikroskopisch kleine Kristallausscheidungen in der Gesteinsglasmasse der Ergußsteine. *Globulite* sind kugel-, *Belonite* nadel-, *Trichite* haarförmig, *Margarite* perlchnurartig geformt.

Mikromanipulator, → Manipulator.

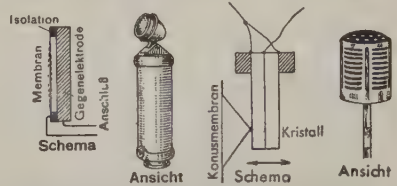
Mikrometer, → Fadenmikrometer, → Schraubenmikrometer.

Mikron, ein milliontel Meter (Mikrometer) = 10^{-6} m; Zeichen: μ .

Mikropaläontologie untersucht mikroskopische fossile Lebewesen, die sich als ausgezeichnete Leitfossilien für die Feinstratigraphie (Parallelisierung einzelner Schichtfolgen) erwiesen haben. Sporen und Pollen sind für die Kohlengeologie und den Bergbau, Foraminiferen, Ostracoden, Conodonten u. a. zur Deutung von Bohrproben z. B. in der Erdölgeologie wichtig.

Mikrophon, Gerät zur Umwandlung von Schall-schwingungen in elektr. Wechselspannungen. Beim Fernsprecher wird das *Kohle-M.* (HUGHES, 1878) wegen seiner Einfachheit verwendet. Es enthält zwischen einer Membran und einer festen Gegenelektrode feine Kohlekörner (Kohlegrieß), die durch die Schwingungen der Membran mehr oder weniger zusammengedrückt werden. Hierdurch tritt eine Änderung des Übergangswiderstandes zwischen den Körnern auf, die entsprechende Schwingungen des hindurchgeleiteten Gleichstromes zur Folge hat. Das Kohle-M. ist wegen seines kleinen Frequenzbereiches nur bei niedrigen Ansprüchen an die Übertragungsgüte verwendbar. Für hochwertige Musikübertragung (Rundfunk, Tonfilm, Schallplatte) dient das *Kondensator-M.* Die aus einer dünnen Metallhaut oder metallisierten Kunststoffolie bestehende Membran bildet mit einer festen Gegenelektrode einen Kondensator, dessen Kapazität sich durch die Schwingungen der Membran ändert. Hierdurch überlagert sich der angelegten Gleichspannung eine Wechselspannung, die verstärkt wird. Der Frequenzbereich des Kondensator-M. umfaßt 30–20000 Hz. Eine gute Qualität bei geringem Aufwand (keine Gleichspannungsquelle) wird mit dem *dynamischen M.* (*Tauchspulen-M.*) erzielt, das umgekehrt wie ein dynamischer Lautsprecher arbeitet. Beim *Kristall-M.*, das den piezoelektr. Effekt z. B. von Seignettesalz-Kristallen ausnutzt, entstehen auf der Oberfläche des durch die auftretenden

Schallwellen mechanisch deformierten Kristalls wechselnde Ladungen. Das *Bändchen-M.* arbeitet nach dem elektrodynamischen Prinzip. Das *magne-*



Mikrophon: links Kondensatormikrophon, rechts Kristallmikrophon.

tische M. (entsprechend dem magnetischen Lautsprecher) hat eine kleinere schwingende Masse als das dynamische M. *Körperschall-M.*, z. B. *Kehlkopf-M.*, werden in lauten Räumen verwendet. Sie reagieren nur auf Schwingungen des Körpers, an den sie angelegt werden (z. B. an den Hals), und nicht auf Schwingungen der Luft.

Mikrophotographie, photograph. Aufnahmen mikroskopisch kleiner Gegenstände. Zur Vereinfachung der Arbeiten werden Kamera, Mikroskop und Beleuchtungseinrichtung fest miteinander verbunden. Die Scharfeinstellung wird auf einer Mattscheibe oder über ein einklappbares Umlenkprisma mit einem auf die Kameraentfernung eingestellten Okular beobachtet (*TAPEL* Mikroskopie).

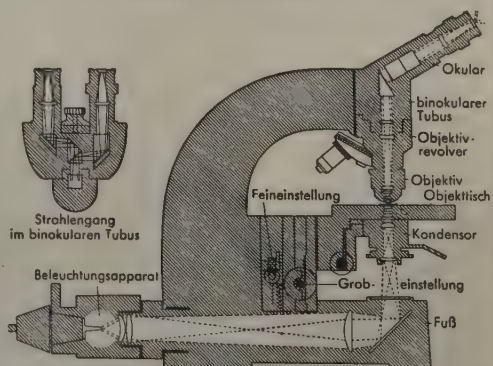
Mikrophysik, die Physik der atomaren und subatomaren Vorgänge (→ Quantentheorie); Gegensatz: Makrophysik.

Mikrorillen, → Schallplatte, → Plattenspieler.

mikroseismisch, nur mit → Seismographen feststellbar (z. B. Bodenerschütterungen).

Mikroskop (*TAPEL* Mikroskopie), ein opt. Instrument, mit dem kleine Gegenstände vergrößert betrachtet oder abgebildet werden. **GRUNDSÄTZLICHER STRAHLengang:** Ein M.-Objektiv bildet den Gegenstand (Objekt) in der (ersten) Bildebene ab; das Bild kann dann mit einem Okular direkt betrachtet oder mit einem *Projektions-Okular* auf einem Bildschirm oder einer Photoplate weiter abgebildet werden. Das Objekt kann auch durch das Okular ins Unendliche und dann durch ein Zwischensystem (Tubulinse) wieder ins Blickfeld abgebildet werden.

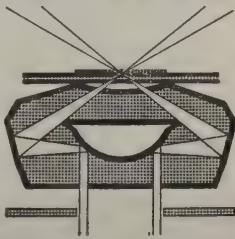
TECHNISCHER AUFBAU eines Hochleistungs-M.: (BILD 1): Der Fuß trägt den Beleuchtungsapparat mit Kondensor, Tisch, Einstellvorrichtung und Tubus. Bei hochwertigen, modernen M. ist die Lampe im Fuß eingebaut, einfache M. haben einen Verstellspiegel für Tages- oder künstl. Licht. In den mineralog. Kondensor ist außerdem ein Polarisator eingebaut (→ Polarisation). Der Objektisch ist



Mikroskop 1: Aufbau eines großen Forschungsmikroskops (Strahlengang bei Durchlichtbeleuchtung; Leitz)

meist in zwei Querrichtungen meßbar zu verstellen (*Kreuztisch*) oder zu drehen, bes. beim mineralog. M. (*Drehtisch*). Der *Tubus* enthält Okular, ggf. Tubulinse und Zusatzteile, und Objektiv. Bei einem biolog. M. können 2–5 Objektive verschiedener Vergrößerung durch einen *Revolver* schnell gewechselt werden. Bei einem mineralog. M. werden die Objektive durch eine Zentrierzange oder einen zentrierbaren Revolver gehalten; am Tubus sind ein- und ausschließbarer Analysator u. a. Einrichtungen für Kristallopt. Untersuchungen angebracht. Die M. werden oft mit einem binokularen Tubus ausgestattet (Strahlenteilung und 2 Okulare für beidäugiges Sehen).

Es gibt M. für *Durchlicht*, die den Kondensor unter dem durchbohrten Tisch tragen, und für *Auflicht*, bei denen das Objekt von oben beleuchtet wird. Beim *Auflicht-M.* ist meist die Beleuchtungseinrichtung mit dem Tubus verbunden, so daß das Objektiv gleichzeitig als Kondensor dient (*Opakilluminator*). Dabei gibt es *geometrische Strahlenteilung* durch reflektierendes Prisma (Nachteil: Verlust an Auflösung) oder *physikal. Strahlenteilung* durch halb durchlässigen Spiegel (Nachteil:



Mikroskop 2: Strahlengang im Dunkelfeld-Kondensor

Es gibt M. für *Durchlicht*, die den Kondensor unter dem durchbohrten Tisch tragen, und für *Auflicht*, bei denen das Objekt von oben beleuchtet wird. Beim *Auflicht-M.* ist meist die Beleuchtungseinrichtung mit dem Tubus verbunden, so daß das Objektiv gleichzeitig als Kondensor dient (*Opakilluminator*). Dabei gibt es *geometrische Strahlenteilung* durch reflektierendes Prisma (Nachteil: Verlust an Auflösung) oder *physikal. Strahlenteilung* durch halb durchlässigen Spiegel (Nachteil:

Letztere erfordert abgewinkelte Kondensoren für *Durchlicht* (Dunkelfeldkondensor, BILD 2) und geänderte Beleuchtung für *Auflicht* (Vorbeiführen des Lichtes am Objektiv). Mit *Dunkelfeld-Spaltbeleuchtung* kann im *Ultra-M.* die Anwesenheit und die Diskontinuität, nicht aber das vollständige Bild submikroskop. Teilchen beobachtet werden (wichtig für die Kolloid-Chemie).

Für die *Mikrophotographie* wurden zahlreiche Zusatzgeräte oder besondere M. gebaut, bes. die großen Metall-M. für Strukturuntersuchungen an Werkstoffen. Bei ihnen wird durch einen Kollektor die Lichtquelle in der Aperturbende des Kondensors abgebildet, während der Kondensor die Sehfeldblende in die Objektebene abbildet (*Köhlersche Beleuchtung*).

Interferenz-M. sind meist vom Michelson-Interferometer abgeleitet und erlauben bei *Durchlicht* die Untersuchung ungefärbter Substanz (Kristall- oder Vitalpräparate) und bei *Auflicht* die Erkennung der Oberflächentopographie. – Zur räuml. Beobachtung der Objekte dient das M. nach GREENOUGH (*Präparier-M.*), das zwei gegeneinander geneigte Tuben mit je einem Objektiv und Okular sowie je einem bildaufrichtenden Prismensatz enthält. – Für *Phasenkontrast-M.* (ZERNIKE) benötigt man besondere Kondensoren, die einen Lichtring einer definierten Apertur abgeben. Dieser Lichtring wird scharf in der hinteren Brennebene der Objektive abgebildet und zur Deckung mit einem die Phase des nicht gebeugten Lichtes verschiebenden Phasering in der hinteren Brennebene der Objektive gebracht. Zusätzlich vermindern diese Phasenringe durch eine absorbierende Schicht die Intensität des Beleuchtungslichtes. Durch dieses Verfahren werden z. B. biolog. Objekte auch dann sichtbar gemacht, wenn sie kein Licht absorbieren (*Phasenpräparate* im Unterschied zu selbst absorbierenden oder angefärbten *Amplitudenpräparaten*).

THEORETISCHES. Die förderliche Vergrößerung des M. ist begrenzt wegen der grundsätzl. Beschränkung des Auflösungsvermögens durch die Wellennatur des Lichts. Sie liegt bei der Beobachtung mit dem Auge, bei gewöhnl. Licht und bei den üblichen Systemen bei dem ungefähr 500- bis 1000fachen der

numerischen Apertur des Objektivs und kann bei Benutzung ultraviolett Lichtes (Ultraviolett-M.) bis auf mehr als das Doppelte gesteigert werden.

Das M. wurde wahrscheinlich 1590 von ZACHARIAS JANSSEN in Holland erfunden, das *Ultra-M.* 1903 von SIDENTOPF und ZSIGMONDY. Um die moderne Theorie des M. haben sich ABBE und BEREK bes. verdient gemacht.

EHRLINGHAUS-TRAPP: Das M. (*1958); B. ROHM: Mikroskop. Technik (1962); E. SCHILD: Prakt. Mikroskopie (*1955).

Mikroskopie (hierzu TAFEL), *mikroskopische Technik*, *Mikrotechnik*, die Anwendung des $\rightarrow$ Mikroskops zu wissenschaftl. Untersuchungen. Frische Präparate werden dünn ausgebreitet oder mit Zupfnadeln zerkleinert (*Zupfpräparat*). Stärkere Gegenstände werden als *Quetschpräparate* untersucht. In vielen Fällen stellt man frische Präparate mit dem *Gefriermikrotom* her. Mikroskop. Methoden zur Untersuchung lebender Gewebe im unversehrten Verband des Organismus (*Intravital-M.*) werden z. B. angewendet am Auge (*Augen-M.*) und bei der *Kapillar-M.*

Das *Färben* der Präparate beruht zum größten Teil auf reiner Erfahrung. Die Gewebe müssen möglichst schnell abgetötet werden durch Fixierung. Nach dem Auswaschen der Fixierungsflüssigkeit werden die Präparate entwässert und dann mit Medien durchtränkt (Paraffin, Celloidin, Gelatine, Plexiglas), die das Präparat zu einer schneidbaren Masse erstarren lassen (*Einbettung*). Die Einbettungsmasse wird mit einem $\rightarrow$ Mikrotom geschnitten. Zur Beobachtung wird das Einbettungsmittel wieder entfernt und die Schnitte aufgeklebt. Das Präparat wird dann gefärbt und in besondere Einschlußmedien eingebettet, die es völlig durchsichtig erhalten und seine Strukturen und Farbe nicht schädigen (*Einschließen*). Präparate, die nur in nicht erhärtende Medien eingebettet werden können, müssen umrandet werden. Von Erzen, Mineralien, Kohle, Versteinerungen, tier- und pflanzl. Hartgebilden werden durchsichtige $\rightarrow$ Dünnschliffe oder einseitige Anschliffe hergestellt. Zum Sichtbarmachen von Strukturen, Korngrenzen u. dgl. in Anschliffen von metallischen Proben wird die Oberfläche angeätzt. Die Doppelbrechung histolog. Präparate wird durch $\rightarrow$ Polarisationsmikroskopie festgestellt.

Zum Zeichnen dienen die *Zeichengeräte*, zum Messen die *Objekt- und Okularmikrometer*. Zur Mengenbestimmung werden mit einem *Projektionszeichengerät* die Strukturen in aufeinanderfolgenden Schnitten gezeichnet und ihre Fläche mit dem $\rightarrow$ Planimeter gemessen. Für die Untersuchung von Niederschlägen und Kristallisationen bei chemisch-präparativen oder analyt. Arbeiten wird das *Chemiker-Mikroskop*, für Blutuntersuchungen werden besondere *Blutkörperchenzählapparate*, zur Untersuchung von Aufbereitungsprodukten besondere *Ultrapak-Aufbereitungsmikroskopie* verwandt.

Die *Fluoreszenz-M.* untersucht mikroskop. Präparate, die durch kurzwelliges Licht entweder unmittelbar (*primäre oder Eigen-Fluoreszenz*) oder nach Behandlung mit fluoreszierenden Stoffen, *Fluorochromen* (*sekundäre Fluoreszenz*), zur Aussendung von Fluoreszenzlicht angeregt werden. Dazu wird das Präparat mit ultraviolett oder blauem Licht bestrahlt. Als Lichtquelle dient eine Bogenlampe oder Quecksilberhochdrucklampe. Zwischen Lampe und Präparat wird ein nur für das erregende Licht durchlässiges Filter und zwischen Präparat und Beobachter ein Sperrfilter zur Trennung des erregenden vom Fluoreszenzlicht eingeschaltet. Die *Fluoreszenz-M.* ist besonders wichtig für Lebensmittel-Analyse, Kriminalistik und Tuberkulose-Forschung. Hb. der Mikroskopie in der Technik, hg. v. H. FREUND (1951 ff.); ferner $\rightarrow$ Mikroskop.

Mikrospektroskop, Zusatzgerät zum Mikroskop mit geradsichtigem Dispersionsprisma zur Beobachtung der spektralen Absorption an mikroskop. Objekten oder Objektteilen.

Mikrotom, eine Schneidemaschine zur Herstellung aufeinanderfolgender Schnitte von genau be-

stimmter Dicke. Beim *Schlitten-M.* wird das Objekt auf einer Gleitbahn oder in vertikaler Richtung durch eine Schraubenspindel gehoben, an dem feststehenden Messer vorbeigeführt und bei jedem Schnitt um denselben Betrag vorgeschoben; beim *Rotations-M.* wird es am feststehenden Messer durch Kurbeldrehung entlanggeführt; bei einer dritten Ausführung läuft das Messer auf einer horizontalen Bahn, das Objekt wird nur vertikal gehoben, so bes. bei *Gefrier-M.*, *Durotomen* zum Schneiden von Holz und Metall, *Tetrander* zum Schneiden sehr großer Schnitte (z. B. Gehirnschnitte), *Kreisschnitt-M.* zur Herstellung von Kreisschnitten aus kugligen Organen. – Die Schnittstärke beträgt bei diesen $M. 10^{-3}$ bis etwa 10^{-2} mm. Die modernen Mikroskop. Verfahren (Phasenkontrastmikroskopie, Elektronenmikroskopie) erfordern Schnittstärken von 10^{-3} bis 10^{-4} mm. Hierfür werden besondere *Dünnschnitt-M.* hergestellt, die entweder mit sehr rasch rotierenden Messern (*Schnellschnitt-M.* bis 50000 U/min) oder mit Spezialmessern (Diamantmessern) arbeiten (*Fernandez-Moran-M.*).

Mikrowaage, eine sehr empfindl. chem. Waage.

Mikrowellen, Sammelbegriff für Dezimeter-, Zentimeter- und Millimeterwellen. Die *M.-Spektroskopie* ist ein Verfahren zur Erforschung des Aufbaus von Molekülen und Atomen mit Hilfe von *M.* Gase mit Dipolmolekülen zeigen bei bestimmten Wellenlängen starke Absorption. Die Absorptionsfrequenzen stehen in innerem Zusammenhang mit der Struktur der Moleküle und erlauben, Schlüsse auf diese zu ziehen. Ein *M.-Spektroskop* besteht meist aus einem langen Hohlleiter, der mit dem zu untersuchenden Gas gefüllt ist, einem *M.-Generator* und einem Frequenzmesser zur genauen Bestimmung der Absorptionslinien. – Eine weitere Anwendung der *M.* ist die $\rightarrow$ Atomuhr.

Milch ist chem.-physikalisch eine Emulsion von Fett in einer z. T. kolloidalen Lösung von Eiweiß (Kasein, Laktalbumin und Laktoglobulin), Milchsäure, Zitronensäure ($1,2-2,5\%$), Vitaminen, Enzymen und Mineralstoffen in Wasser. Das Eiweiß wird durch Kalziumsalze in Lösung gehalten. Das Milchfett besteht aus Tröpfchen von etwa 0,0001 und 0,01 mm, die teils zu 2–3 mm großen Klümpchen zusammenkleben. Im Fett sind Vitamine A und β -Karotin, Vitamin D, und sein Provitamin Ergosterin gelöst; nachgewiesen wurden ferner die fettlöslichen Vitamine E, F und K, – K, sowie die wasserlöslichen Vitamine B₁, B₂, B₆, B₁₂, C (Ascorbinsäure), H (Biotin), p-Aminobenzoesäure-, Nikotinsäureamid, Pantothensäure, Folsäure. Die Mineralstoffe der *M.* sind im wesentlichen Kalk, Phosphor und Kalium; an Kochsalz enthält die *M.* 1,6–1,8 g/l, an Eisen 0,5 mg/l. In Spuren kommen Zink, Kupfer, Aluminium, Blei, Mangan, Silizium und Jod vor.

VERARBEITUNG. Die Milch wird gewogen, entschmutzt, auf den landesgesetzlich festgelegten Fettgehalt für Trink-*M.* eingestellt und pasteurisiert. Während in der Schweiz eine Hoherhitzung auf 160°C zugelassen ist, sind in Dtl. gesetzlich zugelassene Verfahren: kurzzeitige Hoherhitzung auf mindestens 85°C, Kurzzeiterhitzung auf 71–74°C mit einer etwa 40 s währenden Heißhaltung, Dauererhitzung auf 62–65°C während mindestens 30 min. Trink-*M.* wird dann auf etwa 2°C gekühlt und in Lager tanks gefüllt.

MILCHERZEUGNISSE. *Sterilisierte M.* erhält man durch mehrmaliges Erhitzen. Die durch *Uperisation* sterilisierte *M.* wird $\frac{1}{2}-\frac{1}{3}$ s lang auf 130–150°C erhitzt und augenblicklich abgekühlt. Milcherzeugnisse sind auch die versch. *Sauermilcharten* (Dickmilch, Joghurt, Kefir), ferner Magermilch, Molke, Buttermilch, Sahne sowie die *Milchdauerwaren*, die durch Sterilisieren oder Trocknen (Milchpulver, $\rightarrow$ Trockenmilch) haltbar gemacht werden. Kondensierte *M.* wird aus frischer Vollmilch mit 7,5 oder 10% Fett und 17,5 oder 23% fettfreier Milchtrockenmasse hergestellt, die im Vakuum mit oder ohne Zuckerzusatz auf $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ eingedampft, homogenisiert und in Dosen sterilisiert wird.

Milchsäure, α -Oxypropionsäure, $CH_3 \cdot CH(OH) \cdot$

$COOH$, entsteht unter dem Einfluß der *M.-Bakterien* durch die *M.-Gärung* aus Zuckerarten. Sie findet sich daher in saurer Milch und Sauerkraut. Technisch wird sie durch Gärung von Rohrzucker, Traubenzucker, Milchsäure (Molken) oder vermaischter Stärke gewonnen. Die *M.-Bakterien* werden in Reinkultur gezüchtet. Die *M.* enthält ein asymmetr. Kohlenstoffatom, kommt also in zwei optisch aktiven Formen vor. In der gewöhnlichen Gärungs-*M.* liegt das optisch inaktive Gemisch der Links- und Rechts-*M.* vor. Die Rechts-*M.*, auch *Fleisch-M.*, spielt als Zwischen- oder Enderzeugnis des Kohlenhydratstoffwechsels bei Zellvorgängen eine übertragende Rolle.

M. findet Verwendung in der Gerberei zum Entkalken der Felle, in der Färberei sowie in der Limonadenherstellung als Ersatz der Zitronen- und Weinsäure. Medizinisch wird *M.* als Ätzmittel verwendet. Die milchsauren Salze heißen *Laktate*.

Milchstraße, *Milchstraßensystem*, *galaktisches System* (TAFEL Sterne), das Sternsystem, in dem sich die Sonne befindet und das sich als breiter, heller Gürtel am Himmel zu erkennen gibt. Nach dem heutigen Stande der Forschung besteht es aus einem sehr sternreichen Kern, um den sich Spiralarme legen. Während das Kerngebiet nur aus Sternen besteht (*Kernpopulation* oder *Population II*, $\rightarrow$ Hertzprung-Russell-Diagramm), deren hellste von roter Farbe sind, setzen sich die Spiralarme aus Sternen, offenen Sternhaufen und vor allem aus $\rightarrow$ interstellarer Materie zusammen (*Spiralarm-population* oder *Population I*). Besonders charakteristisch für sie sind außer den offenen Sternhaufen die Sterne hoher Temperatur und Leuchtkraft und die interstellare Materie. Die Spiralarme stellen in ihrer Projektion an die Sphäre die *M.* dar, deren ungleichförmige Helligkeitsverteilung durch wechselnden Sternreichtum (Sternwolken) und durch Absorption in der interstellaren Materie verursacht wird. Der Durchmesser des *M.-Systems* in der Hauptebene beträgt rund 75 000 Lichtjahre, senkrecht dazu im Kerngebiet etwa 15 000 Lichtjahre. Die flache Form deutet auf eine rasche Rotation des Systems. Alle Sterne bewegen sich um den Kern in Keplerellipsen in der gleichen Richtung. Die Sonne, die vom Zentrum etwa 25 000 Lichtjahre entfernt ist, braucht bei einer Geschwindigkeit von 270 km/s etwa 220 Mio Jahre für einen Umlauf. Unsere Kenntnis von der Gestalt der *M.* ist bes. durch die Radioastronomie gefördert worden. Danach zeigt die *M.* eine Spiralarmstruktur, die eine Reihe von Armen und an manchen Stellen auch Überschneidungen, Aufspaltungen und Querverbindungen erkennen läßt. Die Spiralarme bewegen sich bei der Rotation mit ihrer konvexen Seite voraus. Die Kernpopulation erstreckt sich in Gestalt der kugelförmigen Sternhaufen, der veränderlichen Sterne vom Typus RR Lyrae und den übrigen Mitgliedern dieser Population nicht nur über den ganzen Raum der Spiralarme, sondern erfüllt außerhalb dieser flachen Scheibe mit geringerer Dichte einen fast kugelförmigen Raum. Daraus geht hervor, daß diese Objekte die galaktische Rotation nicht mitmachen. Die Gesamtmasse des *M.-Systems* beträgt 10^{11} Sonnenmassen, sein Alter etwa 10^{10} Jahre.

Milchsäure, Laktose, Laktobiose, $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$, ein aus Traubenzucker und Galaktose bestehendes Disaccharid, ein Hauptbestandteil der Milch. Er wird im großen durch Vakuumverdampfung der von Fett und Eiweißkörpern befreiten Kuhmilch und durch Kristallisation erhalten. Verwendung als Grundsubstanz für wasseranziehende Pulvermischungen, als leichtes Abführmittel, auch als Bestandteil künstl. Säuglingsnahrungen.

Miller, Oskar von, Ingenieur, * 1855, † 1934, Pionier der Energiewirtschaft und Gründer des Deutschen Museums in München (1903). *M.* erbaute das Walchenseckkraftwerk (1924).

W. v. MILLER: O. v. M. (1955).

Miller-Integrator, eine Schaltung der elektr. Impulstechnik zur Erzeugung linearer sägezahnförmiger Impulsspannungen, bei der über eine

Kapazität zwischen Anode und Gitter einer Verstärkerröhre eine starke Gegenkopplung bewirkt wird. Durch eine zusätzliche positive Rückkopplung kann die Schaltung auch als Kippschwinger verwendet werden.

Millersche Indizes, → Kristall.

milli-, abgek. *m*, vor einer Maßeinheit = 10^{-3} .

Milliarde, tausend Millionen.

Millibar, Abk. *mbar* oder *mb*, Maßeinheit des Luftdruckes. 1 mbar = 1000 dyn/cm² = 0,75006 Torr; 1 Torr = 1,3332 mbar.

Mindel, → Pleistozän.

Mine, 1) Bergwerk, bes. Erzgrube. 2) die Einlage im → Bleistift. 3) geballte oder in Gefäßen untergebrachte Sprengladung. **Land-M.** werden unter oder auf der Erde verlegt, **Tret-M.** (Fladder-M., Teller-M.) dicht unter dem Erdboden; sie entzünden sich bei Belastung. **Spring-M.** wirken im Umkreis bis zu 200 m. **Luft-M.** sind große Sprengbomben.

Die **See-M.** ist ein bewegungsloser Sprengkörper zur Vernichtung von Schiffen. Die **Ankertau-M.** ist ein verankerter, unter der Wasseroberfläche auf einer vorher eingestellten Tiefe stehender Schwimmkörper, der durch Berührung (Beschädigung von Zündkappen, Erschütterung, Neigung oder Drehung) gezündet wird. Die **Grund-M.**, die auf dem Meeresboden liegt, besitzt eine Fernzündung durch magnet., akust. oder Druckeinwirkung oder eine Vereinigung dieser Systeme, die das Räumen der M. verhindern soll. Ankertau-M. können auf Tiefen bis zu einigen 100 m verankert werden, während Grund-M. nur bis etwa 40 m Tiefe zünden. Zum Schutz enger Gewässer werden **Beobachtungs-M.** verwendet, die man erst im Bedarfsfall über eine elektr. Leitung scharf macht und zündet.

Mineralfarben, 1) mineralische Stoffe, die in feinstgemahlenem Zustand als Farbkörper für Mal-, Anstrich- und Druckfarben verwendet werden. 2) Mal- und Anstrichfarben, die als Bindemittel Wasserglas enthalten (Wasserglasfarben).

Mineralien (hierzu TAFEL), chemisch und physikalisch einheitliche, nicht an lebende Wesen gebundene oder von Menschen erzeugte Bestandteile der Erdkruste und der Meteorite. Fast alle M. sind feste, kristallisierte anorganisch-chemische Verbindungen. Zu einer **Mineralart** gehören alle M. einer bestimmten chemischen Zusammensetzung und von gleichem Kristallstrukturtyp. Die meisten M. sind jedoch Mischungen verwandter Mineralarten (Mischkristalle). Von den fast 2000 bekannten Mineralarten kommen nur wenige in großen Mengen vor. Das sind die **gesteinsbildenden M.** (Quarz, Feldspat, Augit, Hornblenden, Granate, Olivin, Glimmer, Kalkspat, Dolomit, Gips, Steinsalz usw.) und die zu Lagerstätten angereicherten Erze (Magnetit, Eisenglanz, Brauneisenstein, Bisenkies, Kupferkies, Bleiglanz usw.). In Gesteinen und Erzlagerstätten sind die M. unregelmäßig aneinandergewachsen, feinkörnig (*dicht*) oder grobkörnig (*derb*). Von Kri-

stallflächen begrenzte M. kommen auf Gesteinsklüften und in Hohlräumen, sowie in weichen, meist metamorphen oder sedimentären Gesteinen vor.

Mineralisatoren, meist gas- oder dampfförmige, seltener leichtschmelzende feste Stoffe, die während der Gesteinsentstehung oder der Ausscheidung von Mineralien auf Gesteinsklüften die Kristallisation begünstigen und zur Bildung großer, ungestörter Kristalle beitragen; von größter Bedeutung sind Wasserdämpfe und Fluorgase unter hohem Druck.

Mineralogie, die Lehre von den Mineralien, wird meist in die *allgemeine M.*, die auf der Kristallographie aufbaut und die Bildung der Mineralien in der Natur behandelt, und die *spezielle M.*, die Beschreibung der einzelnen Mineralien und ihrer Vorkommen, eingeteilt. Die spezielle M. bedient sich einer Systematik auf chemischer Grundlage.

P. RAMDOHR: Klockmanns Lehrb. der M. (¹²1962); C. HINTZE: Handb. der M. (seit 1897).

Mineralöle, Öle, die durch Destillation oder Kracken des Erdöls, des Steinkohlen- und Braunkohlenteers, bei der Kohleverflüssigung und bei der Aufarbeitung von Torf, Ölschiefer u. dgl. gewonnen werden. Wichtige M. sind: Benzin, Dieseldieselstoff, Petroleum, Schmier- und Heizöle, techn. Hilfsstoffe wie Isolieröle, Lösungs- und Extraktionsmittel u. a. C. ZERBE: M. und verwandte Produkte (1952).

Mineralsalze, anorgan. → Salze, die bes. als Mineralien, aber auch als anorgan. Bestandteile der Lebewesen vorkommen.

Mineralsäuren, Sammelname für Salz-, Schwefel- und Salpetersäure.

Mineralwasser, Quellwasser mit mehr als 1000 mg/kg gelöster Mineralsubstanz, oder unabhängig von der Gesamtkonzentration diejenigen Wässer, die die folgenden Grenzwerte überschreiten:

- 1) eisenhaltige Wässer ... 10 mg/kg Fe
- 2) arsenhaltige Wässer ... 0,7 mg/kg As
- 3) jodhaltige Wässer ... 1 mg/kg J
- 4) schwefelhaltige Wässer ... 1 mg/kg trierbarer Schwefel (H₂S u. CaS) mstat/kg
- 5) radioaktive Wässer ... 29 mC/kg ≈ 80 ME, oder
- 6) radiumhaltige Wässer ... 10⁻⁷ mg/kg Radium
- 7) Kohlensäure-Wässer oder Sauerlinge 1 g/kg freies Kohlendioxid
- 8) Thermen ... über 20°C
- 9) Sole ... je 260 mg/kg Na⁺ und Cl⁻

Minette, 1) dunkelgraues biotit- und augitreiches Erzgestein. 2) oolithisches Brauneisenerz, ist in Luxemburg und Lothringen die Grundlage der dortigen Eisenindustrie.

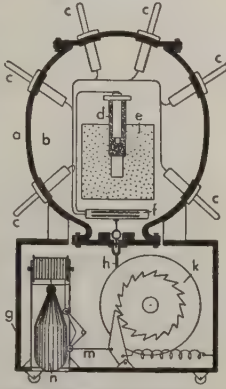
Miniaturisierung, ELEKTRONIK: die Verkleinerung einer elektrischen Schaltung mit besonders entwickelten Bauteilen, → Modul, → integrierte Schaltung, → Festkörperschaltung.

Minimalflächen, die Flächenstücke kleinsten Oberflächeninhaltes, die eine gegebene Raumkurve als Rand besitzen.

Minimum, kleinster Wert.

Minitrack, ein Verfahren der Ortsbestimmung eines Satelliten mit Hilfe der Interferenz der Radiosignale des Satelliten, die von einem Paar von Antennen empfangen werden. Aus den so erhaltenen Orten wird die Bahn des Satelliten bestimmt. Solche M.-Beobachtungsstationen befinden sich in: St. John's (Neufundland), East Grand Forks (Minnesota), Goldstone (Kalifornien), Fairbanks (Alaska), Blossom Point (Maryland), Ft. Myers (Florida), Quito (Ecuador), Lima (Peru), Antofagasta (Chile), Santiago (Chile), Winkfield (England), Johannesburg (Südafrika), Woomera (Australien). Die nach dem M.-Verfahren beobachteten Orte eines Satelliten sind nicht so genau wie die astronomisch mit der → Baker-Nunn-Kamera bestimmten Positionen, sie sind aber von der Tageszeit und vom Wetter unabhängig.

minus, Zeichen für die Subtraktion.



Mine: Schnitt durch eine Ankerkettentunnel mit Berührungszündung (schematisch): a Minengefäß, b Hohlraum für Auftrieb, c Zündkappen (etwa 12 Bleikappen mit galvanischen Elementen), d Zünder mit Zündladung, e Sprengladung, f Entschärfer (der den Stromkreis unterbricht, wenn das Ankertau ohne Zug ist), g Minenanker (Minenstahl), h Ankertau, k Ankertautrommel, m Ankertausperre, die durch das Voreilgewicht n gesteuert wird.

Minute, 1) ZEITRECHNUNG: der 60. Teil der Stunde, abgek. *min* für Zeitdauer oder hochgestellt für Zeitpunkt ^m; 2) GEOMETRIE: der 60. Teil des Grades, genauer Altgrades (*Altiminute*), Zeichen: ' oder der 100. Teil des Neugrades (*Neuminute*), Zeichen °.

Miozän, → Erdgeschichte.

Mirasterne, → veränderliche Sterne.

Mischbinder, hydraulische Bindemittel, die unter Wasser und an der Luft erhärten, im Unterschied zu den nur an Luft erhärtenden; durch Vermahlen von hydraul. Stoffen unter Zugabe von Anregern (Zement, Kalk, Gips) hergestellt.

Mischgas, ein Gemisch von Kohlengas mit 10 bis 40 % Wassergas.

Mischgesteine, → Migmatite.

Mischkristalle, feste Lösungen, Mischungen reiner Kristallarten, deren analoge Ionen einen nahezu gleich großen Raumbedarf haben und sich daher im Kristallgitter, regellos (statistisch) verteilen, ersetzen, z. B. Magnesium und zweiwertiges Eisen im Olivin (Mg, Fe), SiO_4 , der ein M. von Mg_2SiO_4 und Fe_2SiO_4 in verschiedenen Verhältnissen von Mg zu Fe ist. Ionen stärker abweichender Größe, z. B. Na und K, können sich nur in geringen Mengen vertreten (M. mit Mischungslücke).

Mischleuchte, eine Leuchte, in der Glühlampenlicht und Licht einer Gasentladungslampe in verschiedenem Verhältnis gemischt werden kann. In der *Mischlichtlampe* sind Glühkörper und Entladungsröhre in einem gemeinsamen Kolben untergebracht; die Glühwendel dient meist gleichzeitig als Vorwiderstand für die Gasentladung.

Mischluftheber, eine Pumpe zur Förderung von sand- und schlammhaltigem Wasser, die den Unterschied der spezif. Gewichte der Förderflüssigkeit und des Flüssigkeits-Luft-Gemisches nutzt; die durch Düsen (am Steigrohr) eingeblasene Luft mischt sich mit der Flüssigkeit im Steigrohr.

Mischpolymerisation, → Kunststoffe.

Mischpul, ein Gerät mit Lautstärkereglern und Meßinstrumenten, um verschiedene Mikrophone, Plattenspieler, Rundfunkgeräte od. ä. einzeln oder zusammenschalten zu können.

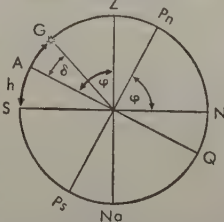
Mischröhre, eine im Superhet-Empfänger benutzte → Elektronenröhre, die die empfangene hochfrequente Schwingung mit einer im Empfänger erzeugten mischt und dadurch die „Zwischenfrequenz“ bildet.

Mißweisung, → Erdmagnetismus.

Mitführungskoeffizient, nach FRESNEL die Größe, mit der die Geschwindigkeit eines bewegten Körpers vom Brechungsindex n multipliziert werden muß, um den Wert zu erhalten, um den sich die Lichtgeschwindigkeit in diesem bewegten Körper ändert; er beträgt $1-1/n^2$. Die theoret. Erklärung für den M. gab die → Relativitätstheorie.

Mittag, der Zeitpunkt des Durchgangs der Sonnenmitte durch den Meridian eines Ortes. Je nachdem dies die wahre oder die mit gleichbleibender Geschwindigkeit laufend gedachte mittlere Sonne ist, heißt dieser Zeitpunkt *wahrer* oder *mittlerer M.* Da die Sonne um M. im S steht, wird M. auch allgemein für Süden gebraucht.

Mittagsbreite, die geograph. Breite des Beobachtungsortes, bestimmt durch Messen der größten →



Mittagsbreite: P_n Himmels-Nordpol, P_s Himmels-Südpol, Z Scheitelpunkt (Zenit), No Nadir, $S-N$ wahrer Horizont, $A-Q$ Himmelsäquator, G Gestirn im Meridian, h gemessene Höhe, δ Deklination des Gestirns, φ Breite des Beobachtungsortes = Höhe des Pols über dem wahren Horizont (Himmelsmeridian in O-W-Richtung gesehen).

Höhe (Kulmination) eines Gestirns (meist Sonne im M.) und Berücksichtigung der Deklination.

Mittel, 1) MATHEMATIK: Das *arithmetische M.* zweier oder mehrerer Zahlen ist gleich der Summe der Zahlwerte, geteilt durch die Anzahl der Zahlen; z. B. ist das arithmetische M. von 5, 7 und 15 $(5+7+15):3=9$. Das *geometrische M.* zweier Größen m und n ist gleich $\sqrt{mn}$. Das *harmonische M.* z zweier Größen m und n bestimmt sich aus der Gleichung $\frac{1}{z} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{m} + \frac{1}{n} \right)$ zu $z = \frac{2mn}{m+n}$.

2) PHYSIK: *Mittel* oder *Medium*, Stoff, in dem sich ein Vorgang (z. B. Licht, Schall) abspielt.

Mittelpunkt, **Zentrum**, **GEOMETRIE**: Eine in einer Ebene oder im Raum gelegene Punktmenge besitzt den Mittelpunkt M , wenn jede durch M gehende Verbindungsstrecke zweier Punkte der Menge durch den Punkt M halbiert wird.

Mittelspannung, ELEKTRIZITÄTSVERSORGUNG: der Bereich zwischen 5 und 25 kV. Mit M. werden die Gebiets-Stromverteilungsnetze betrieben, aus denen Transformatoren dann die M. auf → Niederspannung herabtransformieren.

Mittelwellen, *mittlere Wellen*, FUNKTECHNIK: Wellen mit einer Wellenlänge von 100–1000 m, → elektromagnetische Schwingungen.

Mitternacht, Zeitpunkt des 12 Stunden nach Mittag eintretenden zweiten Durchgangs der Sonnenmitte durch den Meridian und Beginn der Stundenzählung des bürgerl. Tages. **Mitternachtspunkt**, auch **Nordpunkt**, der nördl. Schnittpunkt des Meridians mit dem Horizont. **Mitternachtsonne**, die Erscheinung, daß die Sonne in den Polargebieten innerhalb einer bestimmten Jahreszeit auch um M. über dem Horizont bleibt. An den Polarkreisen (→ Erde), die die Erscheinungsbereiche der Mitternachtsonne begrenzen, ist diese Zeit nur ein Tag, der mit der Sommer-Sonnenwende zusammenfällt; nach den Polen hin nimmt die Dauer der Erscheinung zu und beträgt an den Polen selbst ein halbes Jahr.

Mizellen, Zusammenlagerungen von langgestreckten großen Molekülen in geordneter, vielfach kristallinierter Form, etwa in Bündeln von Fadenmolekülen (z. B. bei der Zellulose). Sie liegen dem Feinbau bestimmter organischer Stoffe zugrunde.

mkp, in der Technik auch **mkg**, Abk. für Meterkilopond (Meterkilogramm), → Energie.

MKS-System, **m-k-g-s-System**, das System der Maßeinheiten des physikal. Maßsystems der Mechanik; auf der Generalkonferenz für Maß und Gewicht der Meterkonvention 1954 zum m-k-g-s-A-°K-cd-System (Meter-Kilogramm-Sekunde-Ampere-Grad Kelvin-Candela-System) für die gesamte Physik erweitert (→ Maßsysteme).

Mn, chem. Zeichen für → Mangan.

Mo, chem. Zeichen für → Molybdän.

Möbiussche Fläche (nach A. F. MÖBIUS), eine *einseitige Fläche*, d. h. eine Fläche, bei der man von einer Seite auf die andere ohne Überschreitung des Randes gelangen kann.

Modell, figürlich geschnitzte Holzform.

Modelldruck, **Stoffdruck**, **Textildruck**, **Zeugdruck**, Druckverfahren zur Herstellung von Tapeten- und Stoffdrucken im Hoch- oder Tiefdruckverfahren. Als Druckformen werden bei Handdruck M. verwendet, bei Maschinendruck Reliefwalzen; es können bis zu 16 Farben gedruckt werden.

Modell, Nachbildung oder Entwurf von Gegenständen aller Art. In der NATURWISSENSCHAFT soll das M. die wesentl. Eigenschaften des Vorbildes ausdrücken, nebensächl. Eigenschaften außer acht lassen, um durch diese Vereinfachung zu einem überschaubaren oder mathematisch berechenbaren oder zu experimentellen Untersuchungen geeigneten Gegenstand zu kommen. So spricht die Astronomie und Kosmologie von *Stern-M.* und *Welt-M.*; die Physik von *Atom-M.* oder vom M. eines metallischen Leiters, eines Halbleiters usw. *Äther-M.*, die früher eine große Rolle spielten, gehören der Zeit vor der Relativitätstheorie an.

Modellversuche sollen das physikal. und techn.

Verhalten des dargestellten Gebildes aufklären; so z. B. die Messung der Luftkräfte an einem Flugzeug-M. im Windkanal oder des Widerstandes eines Schiffes im Wasser bei einem Schleppversuch. Die Übertragung der am M. gewonnenen Ergebnisse auf die Wirklichkeit erfordert auch eine Umrechnung der gemessenen Größen nach *Modellregeln*, → Ähnlichkeit (Ähnlichkeitstheorie).

Technische M. dienen zur Unterrichtung, als belehrendes Spielzeug, als wissenschaftl. Versuchsobjekt oder als Muster für die Serienfabrikation.

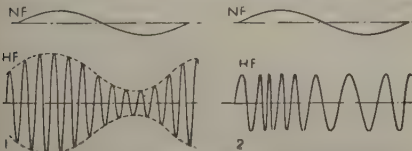
Moderator, Bremssubstanz, die in einem Kernreaktor benötigte Substanz, die die bei den Kernspaltungen entstehenden schnellen Neutronen auf thermische Energie abbremsen soll, → Reaktor.

Modul, 1) MATHEMATIK: a) eine meist additiv gezeichnete Abelsche → Gruppe. Die Elemente $b_1, b_2, \dots$ bilden eine Basis des M., wenn sich jedes seiner Elemente als Summe einiger der b_i darstellen läßt. Da die Elemente eines → Ringes bezüglich der Addition einen M. bilden, ist der Begriff des M. auch wichtig für die Darstellungstheorie der Ringe und Gruppen. b) der Faktor, durch den sich der dekadische → Logarithmus vom Logarithmus zu einer anderen Basis unterscheidet.

2) TECHNIK: → Zahnrad.

3) ELEKTRONIK: eine für Röhrengeräte bestimmte Baugruppe aus übereinander angeordneten Keramikplatten, auf denen sich je ein oder mehrere flache Bauelemente befinden. Die Platten werden durch an ihren Kanten angelödete senkrechte Drähte, die zugleich zur elektr. Verbindung dienen, gehalten. Zweck ist die Verkleinerung (Miniaturisierung) einer elektr. Schaltung. Ein *Mikromodul* ist ein an die kleineren Abmessungen eines Transistors angepaßter kleinerer M. (z. B. Platten von 10×10 mm). Eine Weiterentwicklung des Mikromoduls ist die → integrierte Schaltung.

Modulation, FUNKTECHNIK: eine Multiplikation von Schwingungen miteinander (d. h. eine Multiplikation eines jeden Augenblickswertes der einen Schwingung mit dem zugehörigen Augenblickswert der anderen Schwingung) im Gegensatz zur Überlagerung, einer Addition. Die M. wird zur Übertragung von Sprache, Musik und Bildern auf Hochfrequenzschwingungen, sog. Trägerschwingungen, angewendet. Sie ermöglicht eine drahtlose Nachrichtenübertragung oder eine Mehrfachausnutzung von Leitungen. Bei der im Kurz-, Mittel- und Langwellenbereich gebräuchlichen *Amplituden-M.* (AM) wird die Amplitude der hochfrequenten Trägerschwingung durch die niederfrequenten Schwingungen (NF) der Nachricht beeinflusst. Man kann



Modulation: 1 mit Niederfrequenz (NF) amplitudenmodulierte Hochfrequenz (HF); 2 mit Niederfrequenz (NF) frequenzmodulierte Hochfrequenz (HF).

sich die mit einer Tonfrequenz (oder mehreren Tonfrequenzen) amplitudenmodulierte Trägerfrequenz ersetzt denken durch eine unmodulierte Trägerfrequenz und zwei Seitenfrequenzen (oder zwei Seitenbänder), die sich zu beiden Seiten der Trägerfrequenz im Abstand der Tonfrequenz befinden und für eine naturgetreue Wiedergabe vollständig mit übertragen werden müssen. Bei der *Einseitenband-M.* im drahtlosen Überseeverkehr und bei der Trägerfrequenzübertragung über Draht wird nur ein einziges Seitenband übersandt. Auf dem UKW-Bereich wird die *Frequenz-M.* (FM) angewendet, bei der statt der Amplitude die Frequenz des Trägers im Takte der Nachricht geändert wird. Hierbei wird zur Störfreie nach E. H. ARMSTRONG das Verhältnis des größten Frequenzhubes (Frequenz-

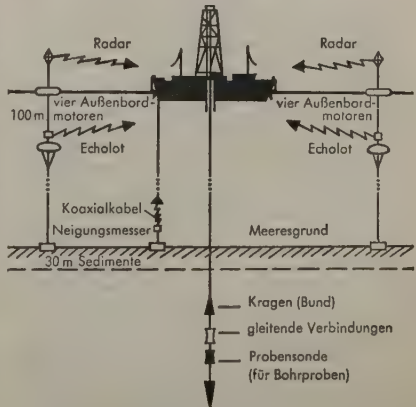
abweichung) zur höchsten M.-Frequenz, der *M.-Index*, groß bemessen (z. B. 5), und es wird im Empfänger eine Amplitudenbegrenzung (z. B. durch einen Verhältnisdetektor) angewendet. Bei der *Impuls-M.* (*Pulse-M.*), die ebenfalls zur Störfreie angewendet wird, wird der Träger in Form einzelner kurzer Schwingungszüge (Impulse) ausgesendet. Man unterscheidet *Impuls-Amplituden-M.* (PAM), *Impuls-Frequenz-M.* (PFM), *Impuls-Phasen-M.* (Impuls-Lagen-M., PPM), *Impuls-Längen-M.* (PWM) und *Impuls-Code-M.* (PCM). In Richtfunkstrecken, die zur Übertragung von Rundfunkdarbietungen dienen, wird heute meist PPM und PCM verwendet. Die *Demodulation* (Herausholen der Nachricht aus dem Träger) wird bei AM durch Gleichrichtung, meist mit Vakuumdiode, bei FM durch einen → Diskriminator erreicht (→ Rundfunktechnik).

H. FLEISCHER: Frequenz-M. (1953); F. WINCKEL: Impulstechnik (1956).

Mofette, kalte Kohlensäurequelle oder ausströmende Kohlensäure (Kohlendioxid) vulkan. Ursprungs; auch ausströmende Grubenluft, die reich an Kohlendioxid ist.

Mohair, Mohär, seidenartig glänzendes Gewebe (M.-Lüster, M.-Serge, M.-Plüsch) aus den feinen Haaren der Angoraziege.

Mohole-Projekt, wissenschaftliche Tiefbohrung, mit der man die Erdkruste durchdringen und Material aus Kruste und oberem Erdmantel fördern will. Das M.-P. ist als Tiefseeböhrung geplant, weil die Dicke der Erdkruste unter Tiefländern 30–40 km, unter Hochländern und Hochgebirgen 50–70 km, unter dem Boden der Tiefsee aber oft nur etwa 4–5 km beträgt. Versuchsbohrungen westlich von La Jolla (Kalifornien) stießen unter 3560 m Wasser auf eine dünne Schicht roter Tiefseetone, 160 m helle Tone und darunter auf Basalt.



Mohole-Projekt

Mohrsches Salz, Ferroammoniumsulfat $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, sehr beständig gegen Luft-sauerstoff.

Mohsches Skala, eine Einteilung der Mineralien nach ihrer → Härte.

Moiré, ripsindige Gewebe und Bänder aus Seide, Halbseide oder Reyon mit schillernden Glanzfiguren (Adern und Augen) auf der Oberseite, hervorgerufen durch teilweises Plattdrücken der Schußrippen auf einem Kalandern (Moirieren).

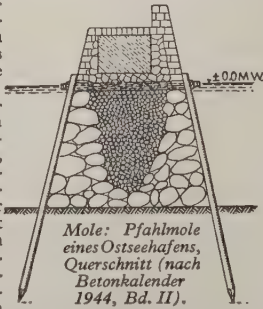
Mokett, Moquette, bunt gemusterter Möbelpflüsch, der als *Ruten-M.* in Kettstamtechnik mit Schnittruten oder als *Doppel-M.* im Doppelwebverfahren hergestellt wird.

Mol, eine Stoffmenge einer chem. Verbindung von so viel Gramm wie das Molekulargewicht angibt. *Molvolumen*, *Molekularvolumen*, *Molarvolumen*, das Volumen, das von einem Mol eines Stoffes ein-

Mole – Molekulargenetik

genommen wird. Ideale Gase besitzen bei 1 at und 0°C das Molvolumen 22,4 l. *Molvärme*, *Molekulärwärme*, *Molarwärme* ist die zum Erwärmen von einem Mol eines Stoffes um 1°C benötigte Wärmemenge.

Mole, WASSERBAU: ein meist in Steinbauweise ausgeführter Damm, der einen am offenen Meer liegenden Hafen oder eine Hafeneinfahrt begrenzt und den Hafen vor Versandungen, Wind, Strömungen und Wellenschlag schützt soll (*Wellen- oder Flutbrecher*). Oft werden M. auch als Anlegeplätze für Schiffe angelegt (*Landungsmolen*). Der *Molenkopf* trägt oft Seezeichen (Baken, Leuchfeuer).



Molekül, Molekel, das kleinste Teilchen einer chemischen Verbindung, das nach deren chem. Eigenschaften repräsentiert. Ein M. besteht aus Atomen und läßt sich durch chem. Mittel in diese zerlegen. Die M. derselben Verbindung sind gleichartig gebaut. Die Durchmesser der einfachsten sind von der Größenordnung 10^{-8} cm, z. B. bei Wasserdampf $2,6 \cdot 10^{-8}$ cm. *Ionen-M.* bestehen aus Ionen, die sich wegen ihrer entgegengesetzten elektr. Ladung anziehen. Sie bilden sich durch Übergang von Valenzelektronen von dem einen Atom auf das andere. Ein Ionen-M. ist z. B. das des Kochsalzes. *Atom-M.* werden durch die von den äußeren Elektronen vermittelten $\rightarrow$ Austauschkräfte zusammengehalten.

Die Summe der Atomgewichte aller in einem M. vereinigten Atome heißt *Molekulargewicht*. Am einfachsten läßt es sich bei gasförmigen oder unzersetzt verdampfenden Stoffen bestimmen. Nach dem Avogadro'schen Gesetz ($\rightarrow$ Avogadro) ist die Anzahl der M. bei gleicher Temperatur und gleichem Druck in der Volumeneinheit bei allen Gasen gleich. Folglich verhalten sich die Dichten der Gase wie ihre Molekulargewichte. Bei nichtverdampfenden Verbindungen kann das Molekulargewicht aus dem osmot. Druck, der Gefrierpunktniedrigung, der Siedepunkterhöhung von Lösungen und dem Verhalten bei chem. Änderungen bestimmt werden. Aus dem Molekulargewicht erhält man eine Formel für die Zusammensetzung des M., wenn durch chem. Analyse der Gewichtsanteil der einzelnen Elemente bestimmt wird. Mit Hilfe der Atomgewichte läßt sich dann die Anzahl der Atome ermitteln.

Die *Anzahl* der M. in 1 cm^3 eines Gases bei 0°C und 1 atm ist $2,71 \cdot 10^{19}$ (Avogadro'sche Zahl). Die Anzahl der M. im Mol ist unabhängig von Druck und Temperatur ($\rightarrow$ Loschmidt'sche Zahl). Die zwischen den M. eines Stoffes wirkenden von der Waalschen Kräfte bestimmen den $\rightarrow$ Aggregatzustand des Stoffes ($\rightarrow$ Zustandsgleichung).

Die *Gestalt* eines M. ist durch Anzahl und Anordnung seiner Atome bestimmt. Man stellt die M. modellmäßig als Hanteln (2 Atome), Winkel oder Dreiecke (3 Atome), ebene Figuren, räuml. Polyeder, geschlossene Haufen, Ringe, längl. Stäbchen, Ketten, Fäden, glatt oder mit Verästelungen dar. Alle diese Figuren können Formveränderungen erleiden, längl. Gebilde z. B. verdreht, Stäbchen gebogen, Fäden geknäult sein.

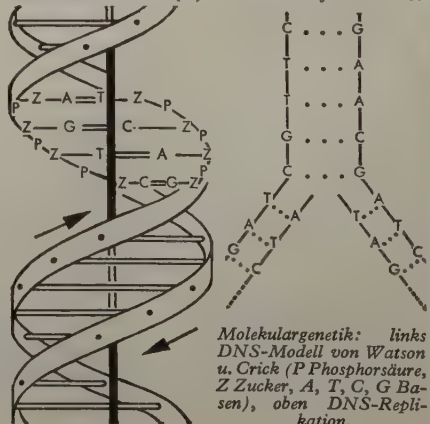
Die *Größe* der M. liegt für gewöhnl. Verbindungen zwischen 10^{-8} und 10^{-7} cm. Bestimmungen für den Durchmesser (*Wirkungsquerschnitt*) sind aus Messung der inneren Reibung der Gase, aus der Volumkorrektur der van der Waalschen Gleichung, aus der Betrachtung von Flüssigkeiten und dünnen Ausbreitungsschichten, u. a. möglich.

Große Bedeutung haben *Molekularstrahlen*, bei

denen M. oder Atome gebündelt frei durch einen hochvakuierten Raum fliegen. Die *Molekularstrahlmethode*, ein physikal. Untersuchungsverfahren, beruht auf der Aussage der kinetischen Gastheorie, daß die mittlere freie Weglänge der Gasatome und -moleküle, die bei normalem Luftdruck etwa 10^{-8} cm ist, im umgekehrten Verhältnis zum Druck größer wird und bei 10^{-6} Torr die Größenordnung von Metern erreicht. Um M.-Strahlen zu erzeugen, läßt man das Gas oder den verdampften Stoff aus einem Spalt von etwa 0,01 mm $\cdot$ 1 cm (Ofenspalt) in einen hochvakuierten Raum (10^{-8} Torr) austreten. Setzt man quer zur Flugrichtung der M. eine Wand mit einer Öffnung (Spalt), so bilden die durchlaufenden M. (Atome) hinter der Wand den Molekular- (Atom-) Strahl. Mit der Molekularstrahlmethode konnten die *Maxwell'sche Geschwindigkeitsverteilung* der Gasmoleküle bestätigt, die *mittlere freie Weglänge* und die *Stoßquerschnitte* von Gasmolekülen bestimmt und die magnet. Momente von Atomhüllen und Atomkernen gemessen werden.

M.-Spektren sind im Gegensatz zu den Linienspektren der Atome *Bandenspektren*, $\rightarrow$ Spektrum. Die bei Änderung der Rotationsenergie ausgestrahlten *Rotationspektren*, deren Linien im fernen Ultrarot liegen, werden heute meist durch Mikrowellenspektroskopie ($\rightarrow$ Mikrowellen) untersucht. Ändern sich gleichzeitig Rotations- und Schwingungsenergie (*Rotations-Schwingungsspektrum*), so liegen die ausgesandten Linien im nahen Ultrarot. Ändert sich auch die Elektronenenergie, so treten *Elektronenbanden* auf, die bis weit ins Ultraviolett reichen.

Molekulargenetik, die Wissenschaft von den molekularen Grundlagen der Vererbung, der Mutationen und der Evolution. Jede lebende Zelle enthält in ihrem Kern fadenförm. Makromoleküle, die *Desoxyribonukleinsäuren* (DNS) ($\rightarrow$ Nukleinsäuren), in denen die Information (der „Plan“) gespeichert ist, welche biolog. Funktionen während der Lebenszeit des betr. Organismus wo und wann auszuführen sind. Auch die Organismen, die selbst keine Zellstruktur mehr besitzen, die Viren, bestehen im wesentlichen aus Nukleinsäuren (DNS oder RNS) in einer andersartigen Hülle. Die genetische Information ist durch die lineare Folge der 4 verschiedenen Nukleinbasen im DNS-Molekül nach Art einer Buchstabenschrift festgelegt; in einem einzelnen DNS-Faden eines Bakterienchromosoms beträgt die Anzahl der Basen („Buchstaben“) etwa 25 Millionen, bei Viren 50 000–250 000. Die DNS ist (mit wenigen Ausnahmen) doppeltfädig und in einer Doppelwendel gewunden. Dabei ist die Purinbase Adenin (A) in dem einen Faden stets durch eine Wasserstoffbrücke mit einer Pyrimidinbase Thymin (T) im Parallelfaden verbunden, desgleichen eine Purinbase Guanin (G) mit einer Pyrimidinbase



Zytosin (C); durch die Reihenfolge im einen Faden ist also die im anderen Faden streng festgelegt (komplementäre Folge). Die Vermehrung der DNS (Replikation) erfolgt durch Öffnung der Wasserstoffbrücken und enzymatisch gesteuerte Anlagerung freier Basen-Zucker-Phosphat-Komplexe an die beiden Tochterstränge. Das Ergebnis sind zwei doppelfädige DNS-Moleküle mit den alten Reihenfolgen der Basen.

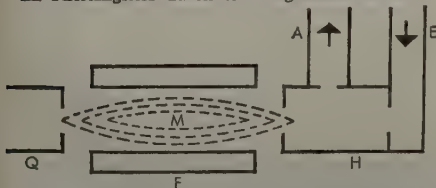
Die Übertragung der genetischen Information an die Eiweiße, die als Enzyme die biolog. Funktionen ausführen, geschieht durch einen „Code“, der je drei aufeinanderfolgende Nukleinsäuren (ein Triplet) einer bestimmten Aminosäure zuordnet. Der Code ist degeneriert, d. h. dieselbe Aminosäure kann durch 1, 2 oder 3 verschiedene Triplets bestimmt werden. Der Code ist universal, d. h. er gilt für alle Lebewesen. Die Folge aller Triplets, die die Synthese eines Eiweißes bestimmen, nennt man ein Struktur-Gen.

Die Orte der Eiweißsynthese in der Zelle sind die Ribosomen. Zur Übertragung der Information wird entlang der DNS eine einfädige Matrizen-RNS aufgebaut, die zum Ribosom wandert und dort die Orte markiert, an die in enzymatisch gesteuerten Reaktionen mit Hilfe einer weiteren RNS (der „transfer“-RNS) die einzelnen Aminosäuren transportiert werden und an denen sie sich zum Eiweißmolekül verbinden. Die Eiweißsynthese wird durch übergeordnete Operator-Gene in Gang gesetzt oder gedrosselt, die durch den physiolog. Zustand im Zellplasma gesteuert werden.

Den Mutationen liegen Veränderungen der Basensequenz in den Struktur- oder Operator-Genen zugrunde, die spontan eintreten oder künstlich ausgelöst werden können, etwa durch Bestrahlung oder chem. Einwirkungen.

Molekularsiebe, synthetische Zeolithe, chem. Alkalimetallaluminosilikate, denen das Hydratwasser entzogen worden ist. Durch das entstehende Hohlraumvolumen von bis zu 60%, haben sie stark adsorbierende Wirkung. Durch geringe Änderungen in der chem. Zusammensetzung können die Porendurchmesser stark verändert und M. für ganz bestimmte selektive Adsorptionsprozesse hergestellt werden. Z. B. lassen sich Normal- und Isokohlenwasserstoffe durch M. in größtenteils. Maßstab voneinander trennen. Weitere Anwendungen: Gastrocknung, Gasreinigung, Flüssigkeitstrocknung, Flüssigkeitsreinigung.

Molekularverstärker, engl. *Maser*, Gerät zur Erzeugung und Verstärkung von Mikrowellen; seine Wirkungsweise beruht auf der erzwungenen Energieabgabe von angeregten Molekülen. Beim Ammoniakstrahl-Maser werden die Moleküle eines Ammoniakstrahls, die u. a. zwei um 24 GHz verschiedene Energiezustände einnehmen, durch ein starkes elektr. Quadrupolfeld so getrennt, daß im Strahl praktisch nur noch Moleküle des höheren Energiezustandes verbleiben. In einem schwingenden Resonator geben diese Moleküle ihre Energie so ab, daß die Schwingung verstärkt wird. Die Frequenzkonstanz dieses Gerätes ist weit höher als die eines quartzgesteuerten Schwingkreises, sein Rauschpegel sehr viel geringer. In Festkörper-Masern werden im einfachsten Fall bestimmte Elektronen paramagnetischer Atome oder Moleküle im Kristallgitter durch ein Magnetfeld so beein-



Molekularverstärker: E Eingangshohlleiter, A Ausgangshohlleiter, H Hohlraumresonator, Q Ammoniakquelle, M Molekularstrahl, F Fokussierungseinrichtung

flußt, daß sich ihre Spins entweder parallel oder antiparallel zur Feldrichtung einstellen. Dadurch entstehen zwei verschiedene Energiezustände, deren Energieunterschied mit der Stärke des angelegten Magnetfeldes geändert werden kann. Durch plötzliche Umkehr der Feldrichtung können die Elektronen mit der höheren Energie zur Abstrahlung der Energiedifferenz veranlaßt werden. Solche Elektronenspinresonanzen erlauben nur bei sehr tiefen Temperaturen günstige Verstärkungen, so daß der M. in einem Helium-Kryostaten eingebaut werden muß. Festkörper-Maser mit 3 oder 4 Energieniveaus werden in der Radioastronomie, für Radar-Systeme großer Reichweite und für Satellitenverbindungen angewendet.

Moleskin, *Taschenatlas*, *Englisch-Leder*, Pilot, ein dichtes und sehr festes Baumwollgewebe in verstärktem 5- oder 8bindigem Schußatlas.

Molke, die bei Filtrieren von geronnener Milch erhaltene Flüssigkeit, enthält Milchzucker, Vitamine, Mineralstoffe sowie 0,04–0,5 % Fett und 0,2–0,8 % Eiweiß, *Sauer-M.* zudem noch Milchsäure. M. dient als Viehfutter, zur Herstellung von Milchzucker, getrocknet als Backhilfsmittel, eingedickt als Zusatz zu Schmelzkäsen. Aus vergorener M. (*Molken-sauer*) wird Molken-eiweiß und *Molkenessig* hergestellt.

Möller, Erzgemisch und Zuschlagstoffe.

Molton, weiches, beidseitig gerauhtes Baumwollgewebe in Leinwand- oder Köperbindung.

Molybdän, Mo, chem. Element, Metall. Ordnungszahl 42, Massenzahlen 98, 96, 95, 92, 97, 94, 100, Atomgewicht 95,94; Schmelzpunkt 2622°C, Siedepunkt 4800°C, Dichte 10,2 g/cm³. Das ziemlich seltene M. wird nur in Form seiner Erze gefunden, von denen die wichtigsten der *M.-Glanz* (*M.-Sulfid*, *MoS₂*) und *Wulfenit* (chemisch Bleimolybdat, *PbMoO₄*) sind. M. wird techn. dargestellt durch Rösten des M.-Sulfids nach Anreichern des natürl. Erzes, wodurch es in *MoO₃* übergeführt wird, das mit Hilfe von Wasserstoffgas oder Koks reduziert wird. Das erhaltene Pulver wird zu Gegenständen gepreßt und gesintert. Reines M. ist silberweiß, dehnbar, sehr fest und beständig. Als Heizelement bei sehr hohen Temperaturen wird es durch Wasserstoff geschützt. Als Legierungselement hat es vor allem hohe Bedeutung bei Baustählen, Werkzeugstählen und Edelstahl. Die Verbindungen des 2- bis 6wertig auftretenden M. sind z. T. für die analyt. Chemie von Bedeutung. Daneben werden einige Verbindungen in der Technik, z. B. zum feuerfesten Imprägnieren von Geweben, zum „Brünnieren“ von Metalloberflächen, in Gerb- und Farbstoffen als Katalysatoren verwendet.

Molybdänglanz, *Molybdänit*, hexagonales Mineral *MoS₂*, dem Graphit ähnlich, jedoch etwas heller und viel schwerer (Dichte 4,8).

Moment, elektrisches M., elektrisches Dipolmoment, → Dipol; magnetisches M., → Magnetismus; Kraftmoment, → Kraft; ferner → Drehmoment.

Monat, die Umlaufzeit des Mondes um die Erde und die darauf beruhende Zeiteinteilung in Mondmonate. Entsprechend der Wahl des Bezugspunktes unterscheidet man: *siderischer M.*, die Zeit zwischen zwei Konjunktionen (→ Aspekt) mit dem gleichen Stern (27d7h43m11,5^s); *tropischer M.*, die Zeit zwischen zwei Durchgängen durch den Frühlingspunkt (27d7h43m4,6^s); *drakonitischer M.*, die Zeit zwischen zwei Durchgängen durch den aufsteigenden Knoten der Mondbahn (27d5h53m36^s); *synodischer M.*, die mittl. Zeit zwischen zwei Neumonden (29d12h44m3^s), → Lunation. Die Unterschiede erklären sich aus den Bewegungen der Bezugspunkte.

Im Kalender war unter M. ursprünglich der synod. M. zu verstehen; 12 synod. M. bildeten das *Mondjahr*. Seit der Einführung des Sonnenjahres ist M. ein willkürl. Zeiteabschnitt von 30 oder 31 Tagen (außer dem Februar).

Monazit, monoklines Mineral *CePO₄*, auch mit Lanthan sowie Thor und anderen seltenen Erden statt Zer, meist lose in Seifen und Sanden (*M.-Sand*) in Brasilien, Indien und am Ural.

Mond (TAFEL Sonne und Sonnensystem), der Begleiter der Erde, der diese in einer Keplerschen Ellipse in 27,32166 Tagen umläuft. Er rückt täglich um $13^{\circ}10,6'$ von W nach O unter den Sternen weiter; dadurch verzögert sich der Auf- und Untergang entsprechend. Die Mondbahn ist 59° gegen die Ekliptik geneigt und besitzt eine Exzentrizität von 0,055. Die mittlere Entfernung von 60,28 Erdhalbmessern oder 384 400 km schwankt daher zwischen den Grenzen von 363 300 und 405 500 km. Dem scheinbaren Durchmesser von $31'3,7''$ entspricht ein linearer von 3470 km = 0,272 Erddurchmesser. Eine Abplattung ist nicht erkennbar. Bei einer Masse von $\frac{1}{81}$ der Erde beträgt seine Dichte $3,342 \text{ g/cm}^3$ oder 0,61 der Erddichte, seine Oberflächen-Schwerkraft nur $\frac{1}{6}$ der irdischen. Die Rotation des M. hat die gleiche Periode wie der Umlauf, so daß er der Erde immer die gleiche Seite zuwendet.

Die *M.-Phasen*, deren Ablauf man als *M.-Wechsel* bezeichnet, hängen von der Konstellation Sonne-M.-Erde ab. Hat der M. die gleiche Länge wie die Sonne, dann ist *Neu-M.* Bei *Voll-M.* unterscheidet sich seine Länge um 180° von der der Sonne. Zwischen beide Stellungen fallen erstes und letztes Viertel (*Halb-M.*).

Der M. besitzt keine Atmosphäre. Die Einzelheiten seiner Oberfläche sind deshalb sehr deutlich zu erkennen, mit den besten opt. Mitteln bis herab zu etwa 100 m Ausdehnung. Besonders charakteristisch sind die zahlreichen *Krater* (Ringgebirge) genannten Gebilde; die meisten haben Durchmesser von 40–80 km, die größten solche von 200 km. Die Wälle der Krater erheben sich 3000–4000, manchmal fast 8000 m über die innere Ebene, die oft mit einem kleinen Zentralkegel versehen ist. Die Mondkrater sind viel größer als die der Erde und zeigen eine relativ niedrigere Umwallung. Ferner beobachtet man auf der Oberfläche des M. einzelne Bergkegel und langgestreckte Bergketten. Bemerkenswert sind auch die 300–500 km langen gradlinigen Furchen oder Schluchten und die bis 2000 km langen und 30 km breiten hellen Streifen, die von einigen Ringgebirgen strahlenartig ausgehen und alle Hindernisse überwinden. Die Mondoberfläche dürfte nach einer Deutung der Phasenkurve (Abhängigkeit der Mondhelligkeit von der Phase) im wesentl. aus Lava und Bimsstein bestehen in Form feinkörnigen Staubs. Veränderungen sind auf ihr, bis auf geringe Gasausbrüche 1958 und 1959, nicht sicher festgestellt worden, obwohl solche bei dem starken Temperaturwechsel von $+130^{\circ}\text{C}$ bis -150°C durchaus denkbar wären.

Über den *Ursprung* des M. bestehen drei Auffassungen: der Mond habe sich zusammen mit der Erde aus einem Urnebel gebildet; er sei durch gewaltsame Abtrennung von der Erde entstanden, oder er sei von der Erde eingefangen worden.

Die *Einwirkung* des M. auf die Erde besteht in erster Linie in den $\rightarrow$ Gezeiten. Einflüsse auf das Wetter sind nicht nachweisbar.

Im Oktober 1959 wurden vom Erdsatelliten Lunik III aus durch Fernsehen Aufnahmen von der Rückseite des M. zur Erde gesandt, die etwa $\frac{1}{3}$ der Rückseite überdecken und bei der Auswertung 498 Details erkennen ließen, die zusammen mit dem Atlas der Aufnahmen in einem Katalog beschrieben wurden.

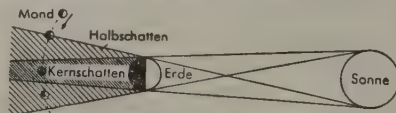
Monde, Trabanten, Satelliten, Himmelskörper, die die Planeten begleiten und sie in Keplerschen Ellipsen umlaufen. Die M. leuchten in reflektiertem Lichte der Sonne und teilweise auch ihrer Planeten. Sie sind außer dem Erdmond so lichtschwach, daß sie nur mit opt. Hilfsmitteln gesehen werden können. Während Merkur, Venus und Pluto keine M. zu haben scheinen, umkreisen die Erde 1 Mond, Mars 2, Jupiter 12, Saturn 9 (ein 10. M. ist nicht gesichert), Uranus 5, Neptun 2 M. Von diesen sind 31 M. sind 11 rückläufig, nämlich Jupiter VIII, IX, XI und XII, Saturn IX, Neptun I sowie alle M. von Uranus. Die größten M., Jupiter III und IV und Neptun I, sind von der gleichen Größe wie Merkur, während die kleinsten einen Durchmesser von 10 bis 20 km haben

MONDE

Name	Umlaufzeit (Tage)	Mittl. Entf. v. Planeten in dessen Halbmesser	Entdeckungsjahr
<i>Erdmond</i>	27,32	60,31	–
<i>Mars</i>			
I Phobos ..	0,32	2,73	1877
II Deimos ..	1,26	6,86	1877
<i>Jupiter</i>			
I Io	1,77	5,86	1610
II Europa ..	3,55	9,33	1610
III Ganymed.	7,15	14,89	1610
IV Kallisto ..	16,69	26,19	1610
V	0,50	2,52	1892
VI	250,57	159,4	1904
VII	260,05	163,4	1905
VIII	736,8	327,2	1908
IX	757,9	333,5	1914
X	260,5	163,6	1938
XI	692,5	314,0	1938
XII	625,4	303	1951
<i>Saturn</i>			
I Mimas ...	0,94	3,08	1789
II Enceladus.	1,37	3,95	1789
III Tethys ...	1,89	4,89	1684
IV Dione ...	2,74	6,26	1684
V Rhea ...	4,52	8,74	1672
VI Titan ...	15,95	20,25	1655
VII Hyperion.	21,28	24,58	1848
VIII Japetus ..	79,33	59,01	1671
IX Phöbe ...	550,7	214,73	1898
<i>Uranus</i>			
I Ariel	2,52	7,19	1851
II Umbriel ..	4,14	10,00	1851
III Titania ..	8,71	16,41	1787
IV Oberon ..	13,46	21,95	1787
V Miranda ..	1,3	4,6	1948
<i>Neptun</i>			
I Triton ...	5,88	14,43	1846
II Nereide ...	359,4	222,8	1949

dürften. Die Mehrzahl der M. scheint in gebundener Rotation zu rotieren, d. h. ihre Umdrehungszeit stimmt mit ihrer Umlaufzeit überein. Die mittlere Dichte der M. scheint zwischen der von Wasser und der des Erdmondes ($3,3 \text{ g/cm}^3$) zu liegen.

Mondfinsternis, die Verfinsternis des Vollmondes beim Durchlaufen des Erdschattens, wenn dieser in oder nahe der Mondbahn liegt und die Sonne weniger als 13° vom Schnittpunkt der Mond- mit der Sonnenbahn entfernt ist. Dabei entsteht ein



Verlauf einer Mondfinsternis

Kern- und ein Halbschatten (BILD). Bei *totaler M.* tritt der Mond ganz in den Kernschatten ein, bei *partieller* bleibt ein Teil von ihm im Halbschatten, der nur in der Nähe der Grenze zum Kernschatten eine dem Auge merkl. Lichtverminderung bewirken kann. Bei einer totalen M. bleibt der Mond in kupferrotem Licht sichtbar; sie dauert höchstens 1,7 Stunden. Innerhalb von 1000 Jahren finden durchschnittlich 1543 M. statt, darunter 716 totale.

Mondstein, ein Feldspat (Adular), der geschliffen einen bläulich-weißen, wogenden Lichtschein zeigt und als Edelstein geschätzt ist.

Monelmetall, Legierung aus 65–66 % Nickel, 29–30 % Kupfer und 5 % Mangan und Eisen; hoch korrosionsbeständig und fest, für Kondensatorrohre, Dampfturbinenschaufeln und Geräte benutzt.

Monergol, $\rightarrow$ Rakete.

Monitor, registrierendes Meßgerät zur Überwachung einer physikal. Größe. Z.B. gehört zu einem Reaktor eine große Zahl von M., die ständig den Neutronenfluß (Neutronenintensität), den Gammafluß, die Temperatur usw. registrieren. Als M. dienen Neutronenzähler, Ionisationskammern, Gammazählrohre, Neutronenthermometer u.a. mit den zugehörigen Verstärkern und schreibenden Meßgeräten.

Monochord, Tonmeßgerät aus einem längl. Resonanzkasten mit darübergespannter, durch einen verschiebbaren Steg teilbarer Saite.

Monochromat, ein → Objektiv, das mit nur einer bestimmten Wellenlänge benutzt werden kann.

Monochromator, 1) → Spektralapparat. 2) mechanischer M., Gerät zum Aussondieren von Neutronen bestimmter Energie aus der Neutronenstrahlung eines Reaktors, besteht im wesentlichen aus zwei oder mehr rasch rotierenden Scheiben aus Kadmium o. dgl. mit um bestimmte, verstellbare Winkel gegeneinander versetzten Schlitzen.

monofol, einfüdig.

Monoflop, Kippschaltung mit nur einem stabilen Zustand, die in einen metastabilen Zustand gebracht werden kann, aus dem sie nach bestimmter Zeit wieder in den stabilen Zustand zurückkehrt.

monoklines Kristallsystem, → Kristall.

monoton, MATHEMATIK: eine Folge reeller Zahlen steigt (fällt) m., wenn in ihr jedes Glied mindestens ebenso groß ist wie sein Vorgänger (Nachfolger), z. B. $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5} \dots$ Eine Funktion wächst m., wenn dem größeren Werte des reellen Argumentes stets der größere Funktionswert entspricht.

Monotype, eine → Setzmaschine.

Monsune, großräumige Windsysteme mit halbjährl. Wechsel der Richtung. In trop. Breiten ist die Hauptursache der M. die jahreszeitl. Verlagerung der äquatorialen Tiefdruckfurche, die über den überhitzten subtrop. Kontinenten der jeweiligen Sommerhalbkugel weit polwärts auswandert, über der Sahara oder Nordaustralien bis etwa 18°, über Nordindien bis 30° Breite. Zwischen dieser Furche und dem Äquator kommt es bei einem Druckgefälle vom Äquator weg zu westl. Winden mit instabiler Schichtung und häufigen Schauern. Diese sind nahe dem Äquator durch eine schmale Konvergenzzone mit Gewittern getrennt von den passat. Ostwinden der jeweiligen Winterhalbkugel.

Montanwachs, Wachs, das durch Schmelzung bitumenhaltiger Braunkohle gewonnen wird. Verwendung: für Kerzen, Schuhputzmittel, Isolationszwecke.

Monte-Carlo-Methode, stochastisches Rechenverfahren für mathematische Funktionen von mehreren Veränderlichen, bei dem die Funktionswerte nicht an einem systematisch, z. B. gleichabständig aufgebauten Punktgitter berechnet werden, sondern an einzelnen, als Zufallszahlen „durch Würfel“ gewonnenen Punkten. Die M.-C.-M. gestattet in geeigneten Fällen, besonders bei sehr vielen Veränderlichen, die Zahl der erforderlichen Rechenpunkte in erträglichen Grenzen zu halten. Sie vermeidet, Periodizitäten oder andere Besonderheiten vorzutauschen, die durch systematische Wahl der Ausgangspunkte entstehen könnten.

Montmorillonit, → Kaolinit.

Moorkulturivierung umfaßt Entwässerung, Umbruch, bei Niedermoor teilweise auch Sanddeckkulturen, d. h. Bedecken des Moorbodens mit 10–20 cm Sand.

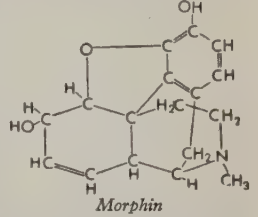
Moped, ein Fahrrad mit eingebautem Hilfsmotor; Höchstgeschwindigkeit 40 km/h (TAFEL Kraftfahrrad).

Moränen, von Gletschern mitgeführte und abgelagerte Schuttwälle. In Gebieten ehemaliger Vergletscherung bilden die M. häufig charakteristische M.-Landschaften mit M.-Seen.

Morgenrot, rote Färbung des östl. Himmels vor Sonnenaufgang, wie das Abendrot hervorgerufen durch den roten Anteil des Sonnenlichtes, dessen blauer Anteil durch Streuung in der Erdatmosphäre weitgehend ausgeschieden ist.

Morgenweite, der Abstand des Aufgangspunktes eines Gestirns vom Ostpunkt.

Morphin, früher *Morphium*, $C_{17}H_{19}O_3N + H_2O$, das Hauptalkaloid des Opiums. M. ist eine Base und bildet mit Säuren gut kristallisierende Salze. Das meistverwendete



offizinelle Morphinepräparat ist *Morphiunhydrochlorid* (*Morphinhydrochloricum*). Pharmakologisch wichtige, z. T. synthetisch zugängliche Derivate des M. sind: *Kodein* (*Methylmorphin*), *Dionin* (*Äthylmorphin*) und *Peronin* (*Benzylmorphin*). M. ist ein Rauschgift; in Gaben von 0,01–0,02 g dient es zur Bekämpfung schwerer Schmerzzustände. – Durch Ersatz des Wasserstoffatoms der alkohol. und phenol. OH-Gruppe des M. durch CH_3 entsteht das *Thebain* (*Dimethylmorphin*), durch nachträgliche Einführung von 2 Essigsäureresten das → *Heroin* (*Diazetylmorphin*).

Morphologie, vergleichend-beschreibende Lehre von den Oberflächenformen der Erde.

Morse-Apparat, ein Telegraph, der nach dem *Morse-Alphabet* (S. MORSE, 1791 bis 1872) in Punkten oder Strichen verschlüsselte Nachrichten über eine Drahtleitung übermittelt. Durch Niederdrücken einer Taste auf der Geberseite werden kurze oder lange Stromstöße erzeugt, die auf der Empfängerseite einen Elektromagneten erregen. Der Magnetanker drückt im Rhythmus des Tastens einen Schreibstift oder ein Farbrädchen auf einen gleichmäßig bewegten Papierstreifen.

Morse-Kegel, WERKZEUGMASCHINENBAU: ein Kegel bestimmter Abmessungen für Werkzeugschäfte (z. B. bei Bohren) und für die entsprechende Werkzeugaufnahme in der Maschine (DIN 228).

Mörser, 1) starkes Gefäß mit halbkugelförmigem Boden, in dem man harte Stoffe mit einem Kolben (Stößel, Pistille) zerkleinern kann. 2) Steilfeuergeschütz mit kurzem Rohr und großem Kaliber.

Morsezeichen, *Morse-Alphabet*, die im internationalen Telegraphieverkehr verwendete Zeichenschrift:

Buchstaben und Ziffern

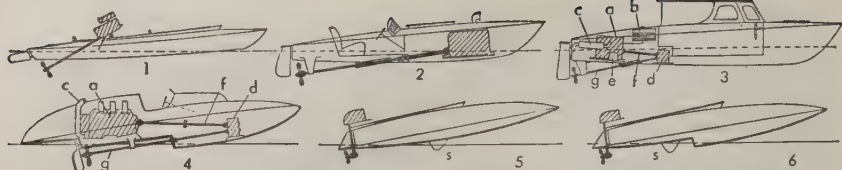
a	— ·	j	· — — —	t	— · — — —	1	— · — — —
ä	· — · —	k	· — — —	u	— · — — —	2	· — — —
b	— · — ·	l	· — · —	ü	— · — —	3	· — — —
c	· — — —	m	— · — —	v	· — — —	4	· — — —
ch	— — — —	n	— · — —	w	— · — —	5	· — — —
d	— · — ·	o	— — — —	x	· — — —	6	· — — —
e	— · — —	ö	— — — —	y	— · — —	7	· — — —
f	· — — —	p	— · — —	z	· — — —	8	· — — —
g	— · — ·	q	— · — —	ä	· — — —	9	· — — —
h	· — — ·	r	· — — —	é	· — — —	0	· — — —
i	· — — —	s	· — — —	fi	· — — —		

Mörtel, Gemisch aus Bindemittel, Wasser und Zuschlagstoffen wie Schlacke, Sand, Bims, ggf. mit Zusätzen, zur Verkitung größerer Steine sowie zum Verputzen der Wände und Decken (→ Putz). Lehm- und Weißkalk-M. sind *Luft*- (erhärtende) M. Kalziumhydrat kann sich in wasserunlösliches Kalziumkarbonat durch die Kohlensäure der Luft nur bei genügendem Luftaustausch umwandeln; meist findet eine nicht mehr reversible Gelerhärtung statt. Zement-M. erhärtet auch unter Wasser (*hydraulischer M.*). Er muß längere Zeit feucht gehalten werden.

Moschus, 1) *M.-Tonquin*, *Bisam*, Drüsensekret der männl. Moschustiere, wird zu M.-Tinktur verarbeitet und in der Feinparfümerie angewandt. Echter M. ist sehr teuer. 2) *synth.* *Riechstoffe* von moschusartigem Geruch, Dinitro- und Trinitro-Produkte von Benzolderivaten, finden Verwendung bes. in Seifenparfümölen.

Moschuskörneröl, ätherisches Öl aus *Hibiscus abelmoschus*, wird in der Feinparfümerie verwendet.

Moseleysches Gesetz – Mühlesteine



Motorboot: 1–3 Tourenboote. 1 M. mit Seitenbordmotor; 2 offenes Touren-Schnellboot (auch mit Heckmotor wie 3); 3 Kajüt-Tourenboot mit Heckmotor; a Motor, b Kraftstoffbehälter, c Schalldämpfer, d Winkelgetriebe, e Batterie, f Kardanwelle, g Propellerwelle. 4–6 Sportboote. 4 Quer- und Längsstufenrennboot (Dreipunktboot); a Motor, c Luftsaugkanal, d Winkelgetriebe, f Kardanwelle, g Propellerwelle; 5 Außenbord-Rennboot (Gleitboot); s Stabilisierungsflosse; 6 Außenbord-Rennboot mit Querstufe (Stufenboot).

Moseleysches Gesetz, → Röntgenstrahlen.

Mössbauer-Effekt, die rückstoßfreie Emission oder Absorption von Gammaquanten durch Atomkerne, die in das Kristallgitter eines Festkörpers eingebaut sind; tritt dann auf, wenn die Gamma-Energie klein (10–100 keV) ist und wenn der Kristall eine tiefe Temperatur hat (R. Mössbauer, Nobelpreis 1961). Der M.-E. gestattet, mittels → Kernresonanzfluoreszenz Gammastrahlenenergien auf Bruchteile von 10^{-12} und sogar noch genauer zu messen, wodurch eine Reihe von höchst bedeutsamen Messungen in den Bereich der Möglichkeit gerückt ist. So wurde insbes. der Energieverlust von Gamma-Strahlen im Schwerefeld der Erde gemessen, der dann eintritt, wenn die Quanten nach oben, also gegen die Schwerkraft, fliegen (POUND u. a.). Das Ergebnis zeigte die auf Grund der allgemeinen Relativitätstheorie zu erwartende Rotverschiebung; jedoch ist man heute der Ansicht, daß dies nicht als Beweis für die Richtigkeit der allgemeinen Relativitätstheorie gewertet werden muß. Andere Untersuchungen mit Hilfe des M.-E. dienen der Erforschung der inneren magnet. Felder in Festkörpern unter Benutzung des Zeemann-Effektes (Hyperfeinstruktur von Gamma-Linien).

Most, der beim Keltern gewonnene Saft der Trauben. 100 kg Trauben liefern 60–80 l M. Der M. enthält je l 700–780 g Wasser, 120–250 g Zucker (Traubenzucker und Fruchtzucker), 6–14 g Säuren (Apfelsäure, Weinsäure, Bernsteinsäure), 2–3 g Mineralfstoffe und 0,5–1 g Stickstoffverbindungen. Das spez. Gewicht wird mit der *Mostwaage* (Muster, Glukometer, Mostmesser), einem → Aräometer, in Öchslegraden gemessen (75° Öchsle entsprechen z. B. dem spez. Gew. 1,075).

Motor, → Verbrennungsmotor, → Elektromotor.

Motorboot, ein durch einen Verbrennungsmotor über Welle und Schraube, vereinzelt auch durch Voith-Schneider-Propeller angetriebenes Boot. Kleinere M. und Sonderausführungen (Rennboote, Sturmboote) werden durch Außenbordmotoren angetrieben. M. werden als *Verdrängungs*-, *V-Boden*-, *Stufen*- oder *Tragflächenboote* geformt und in Kompositbauweise, aus Leichtmetall oder Stahl gebaut. Geschwindigkeiten: zwischen 10 kn (einfache Gebrauchsboote) und 45 kn (Schnellboote); Renn- und Tragflächenboote erreichen 60 kn und mehr.

Motorgenerator, *Umformer*, ein elektr. Maschinensatz aus einem Elektromotor und einem oder mehreren mechan. gekuppelten und elektr. getrennten Generatoren zur Umformung einer Stromart in eine andere, z. B. Drehstrom in Gleichstrom.

Motorrad, → Kraftrad.

Motorroller (Tafel Kraftad), ein Zweirad-Einspurfahrzeug, hat gegenüber dem Motorrad verbesserten Schuttschutz, freien Fußraum vor dem Sattel, bei kleinen Rädern beschränkte Geschwindigkeit durch Verwendung von Motoren unter 125 cm³ Hubraum. Bei 200 cm³ Hubraum werden bis 90 km/h erzielt. Der *Kabinenroller* hat zwei lenkbare Vorderräder, ein angetriebenes Hinterrad, aufklappbares Verdeck, zwei hintereinander angeordnete Sitze. → Rollermobil.

Motorschiff, durch Verbrennungskraftmaschinen (Dieselmotor oder Gasturbine) angetriebenes Schiff.

Motorschlitten, ein durch einen Verbrennungsmotor mit Luftschaube, Gleisketten oder Laufski fortbewegter Schlitten. Der *Luftschauben-M.* wird von einem hochgesetzten Schub-Propeller angetrieben und mit den Vorderkufen gelenkt. Der *Raupenkufen-M.* hat vorn zwei lenkbare Kufen und hinten ein Raupenfahrwerk aus weitmäschigen Stahlketten. Der *Motor-Laufschlitten* besitzt vier Ski-Kufen, die durch ein Laufhebelwerk abwechselnd wie beim Skifahren hin- und herbewegt werden.

Mouliné, zweifacher glatter Zwirn aus zwei verschiedenfarbigen Einzelgarnen, z. B. Schwarz-Weiß für Stoffe in Pfeffer- und Salz-Musterung.

Mucine, Glykoproteide, die im Verband der Aminosäurebausteine vereinzelt Kohlenhydratmoleküle wie Glukosamin oder das diesem isomere Chondrosamin enthalten. M. und die verwandten *Mucide* kommen im Speichel, im Knorpel und im Ovalbumin vor.

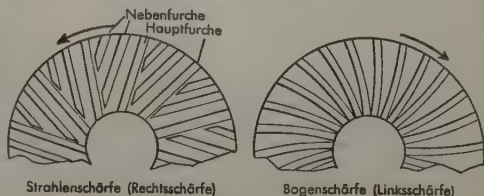
Muffe, kleines Rohrstück mit oder ohne Gewinde zum Verbinden zweier aneinanderstoßender Röhren.

Muffel, ein verschleißbares Schutzgefäß aus feuerfestem Ton, auch aus Gießen, in dem empfindlichere Töpfereien, gemaltes Porzellan u. dgl. gebrannt werden. M.-Farben werden auf die Glasur aufgetragen und bei mäßiger Hitze eingebrannt.

Muffelofen, 1) keramischer Ofen zum Brennen der Waren in Muffeln, meist kreisrund und in mehrere Feuerungen unterteilt; 2) mit Gas oder Öl geheizter Härteofen für Metallwaren.

Mühle, Anlage oder Gerät zum Zerkleinern bestimmter Stoffe, zum Teil bis zur Mehlfeinheit. Man unterscheidet nach BAUART: *Kugel*-, *Glocken*-, *Stein*-, *Walzen*-, *Rohr*-M. u. a.; nach MAHLGUT: *Farben*-, *Getreide*-, *Kaffee*-, *Zement*-M. u. a.; nach ANTRIEBSART: *Wind*-, *Wasser*-, *Dampf*-, *Hand*-, *Motor*-M. M. heißen auch Betriebe, von denen Stoffe nicht eigentlich zermahlen, sondern gröber zerteilt werden, wie die *Schneide*- oder *Säge*-M. und die *Öl*-M.

Mühlesteine, Mahlsteine, Natursteine aus Sandstein oder französis. Quarz von 1 bis 2½ m Durchmesser oder auch künstliche *selbstschärfende M.*, bei denen das Korn in einer Magnesitlauge auf kaltem Wege gebunden wird; daneben gibt es keramisch gebundene M., ähnlich wie Schmirgelscheiben. Das Mahlgut tritt durch das *Mühlauge* in der Mitte des *Läufersteines* ein und gelangt durch die *Luftfurchen* in die *Mahlbahn* zwischen Läuferstein und Bodenstein. Die *Mahlbahn* wird durch



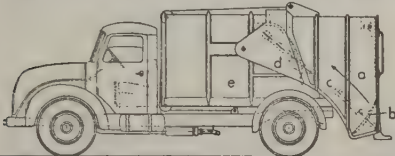
Mühlesteine

geradlinige Haupt- und Nebenfurchen (*Felder- oder Strahlenschärfe*) oder logarithmische Spiralen (*Bogenschärfe*) in Felder eingeteilt (BILD).

Mulegarn, weich gedrehtes Schußgarn vom Selfaktor (Mulemaschine).

Mull, sehr leichtes, feinfädiges und halbdurchsichtiges Baumwollgewebe in Leinwandbindung für Blusen, Schals und Vorhänge. *Verband-M.* ist saugfähig und keimtötend ausgerüstet.

Müll, trockene Haushaltsabfälle und Straßenkehricht, in dt. Großstädten etwa 0,5–1,5 kg je Tag und Kopf. Zur *M.-Abfuhr* wird der M. in *M.-Tonnen* gesammelt. Beim *Wechseltonnensystem* werden die gefüllten Tonnen gegen leere ausgewechselt, beim *Umleersystem* werden die Tonnen in Abfuhrwagen, beim *Zwischenladesystem* in einer besonderen Umladestation in Kraftwagen, Kähne usw. entleert;



Müllabfuhr: Stopfmüllwagen Magirus Deutz, Baujahr 1955, Fassungsvermögen 6 m³; a Einschüttkasten, Stopfplatte b mit Spindel c drückt den Müll nach oben (d) in den Auffangkasten e. Durch Hochdrücken des teilbaren Müllkastens wird dieser entleert.

verwertbare Altstoffe (Metalle, Lumpen, Knochen) werden meist auslesen. Die radikalste Art der Müllbeseitigung ist die Verbrennung. Roh-M. eignet sich auch als landwirtschaftl. Dünger. In Kompostierungsanlagen stellt man *Müllkompost* her. In Küstenstädten wird der M. in Spezialschiffen auf das offene Meer gefahren.

Müllerei, die Gewinnung von Mehl aus den Getreidekörnern durch Mahlen. Getreidereinigung: Kleine Steine, Sackbänder, Spreu werden im *Aspirateur* oder *Tarar* durch Flachsiebe und Gebläseluft entfernt, Eisenteile durch den *Magnetscheider*, Unkrautsamen auf der *Auslesemaschine* ausgeschieden. Auf der *Schälmaschine* werden die Faserschicht und der Keim abgeschliffen. Durch Bürsten auf der *Bürstmaschine* wird der am Korn haftende Schmutz entfernt. Harter Weizen muß gewaschen werden, damit die leicht brüchige, spröde Schale weich wird. Im *Konditionierapparat* wird

das Getreide durch Erwärmen oder Zugabe von Wasser auf den für die Vermahlung günstigsten Feuchtigkeitsgehalt gebracht. Neben den *Mühlsteinen* benutzt man in neuzeitl. Mühlen *Walzenstühle*: In einem geschlossenen Gehäuse befinden sich zwei Paar geriffelte Walzen aus Hartguss oder Porzellan. Bei der Drehung werden die zwischengefallenen Körner eingeklemmt, in der Schale angeschnitten und so in ihrem Mehlkörper freigelegt. In den meisten Fällen werden die Körner nur ganz allmählich aufgebrochen. Man braucht daher eine ganze Reihe von Walzenstühlen (Schrot-, Auflöse-, Ausmahlstühle). Zwischen ihnen befinden sich die *Sichtmaschinen*, die die gemahlenen Erzeugnisse nach jedem Durchgang in ihre Bestandteile (Schrot, Grief, Dunst und die verschiedenen Sorten von Mehl) trennen. *Plansichter*. Das Gut wird meist vollautomatisch von einer zur anderen Bearbeitungsstufe gefördert durch Elevatoren (Becherwerke), Schüttelförderer, Bandförderer oder Druckluft-Förderanlagen. Mühlen mit Walzenstühlen und automat. Betrieb heißen *Kunstmühlen*. *Windmühlen* nützen die Windenergie durch Windräder, *Wassermühlen* werden durch Wasserräder oder Turbinen betrieben.

Mullit, 1) ein sehr feuerfestes Aluminiumsilikat der Zusammensetzung $3 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2$, das sich beim Erhitzen von Andalusit, Sillimanit, Cyanit oder Tonmineralen bildet. 2) Mineral, $\rightarrow$ Sillimanit. **multifil**, *polyfil*, mehrfädig.

Multiplex-Verfahren, *Vielfach-Übertragung*, gleichzeitige Übertragung mehrerer Nachrichten über denselben Sender, beim *Zeit-M.* durch abwechselnde Übertragung von kurzen Impulsen der verschiedenen Nachrichten, beim *Frequenz-M.* durch Modulation von Zwischenträgerfrequenzen mit den zusätzl. Nachrichten ($\rightarrow$ Trägerstromtechnik).

Multiplikation, $\rightarrow$ Grundrechnungsarten.

Multipol, die Verallgemeinerung eines $\rightarrow$ Dipols. In der Atom- und Kernphysik ist die Untersuchung des M.-Charakters der von angeregten Atomen oder Kernen ausgehenden elektromagnet. Wellen ein wichtiges Hilfsmittel zur Bestimmung der Anregungszustände. Den M.-Charakter erkennt man an der Richtungsverteilung der Strahlung.

Multivibrator, $\rightarrow$ Kippschwingungen.

Münzfernsprecher, Fernsprecher, der erst nach Münzeinwurf benutzt werden kann. Bei *Handamtsbetrieb* ist die Leitung zum Amt durchgeschaltet, und die Vermittlungsbeamtin hört den Münzeinwurf durch ein Glockenzeichen ab. Bei *Wahlbetrieb* wird durch den Münzeinwurf die Amtsleitung auf die Wählscheibe geschaltet. War die Verbindung hergestellt, so fällt das Geld nach Anhängen des Hörers an die Gabel in den Münzammelkasten, andernfalls in das Rückgabefach.

Münzmetall, eine Legierung aus 50–63 % Kupfer und 50–37 % Zinn. *Münzlegierung* ist eine Legierung aus 75 % Kupfer und 25 % Nickel.

Münzzähler, ein Elektrizitäts- oder Gaszähler mit angebaute selbsttätigem Schaltapparat, der gegen Einwurf einer Münze eine bestimmte Elektrizitäts- oder Gasmenge abgibt.

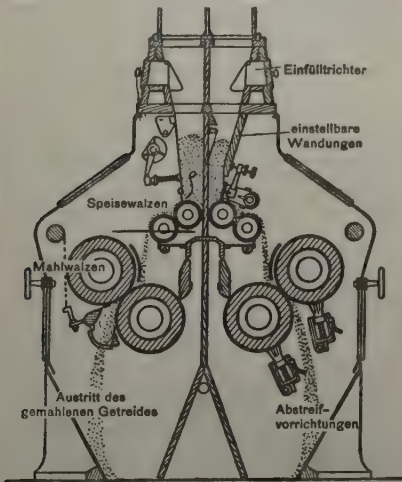
Muonen, μ -Mesonen, instabile $\rightarrow$ Elementarteilchen, die 1937 in Nebelkammeruntersuchungen der kosm. Ultrastrahlung von ANDERSON entdeckt wurden. Während man sie anfangs auf Grund ihrer Masse zu den Mesonen rechnete, hat die Einteilung der Elementarteilchen nach ihrer Wechselwirkung seit etwa 1957 ergeben, daß die M. eher zu den Leptonen gehören. Die M. entstehen beim Zerfall von Pionen und Kaonen und zerfallen weiter in Elektronen und Neutrinos.

Mure, nach starker Durchfeuchtung niedergehender Schuttfrost im Hochgebirge.

Murexid, beim Erwärmen von Harnsäure mit Salpetersäure entstehendes Abbauprodukt, dessen gelbe Färbung mit Ammoniak in Purpurrot umschlägt (*M.-Reaktion*).

Muschelkalk, $\rightarrow$ Erdschichte.

Musivgold, $\rightarrow$ Zinn.



Müllerei: Schema eines Doppelwalzenstuhls

Muskarin – Nachteffekt

Muskarin, ein Alkaloid, das Gift des Fliegenpilzes u. a. Pilze, chemisch eine cholinä. Base, die eine quartäre Stickstoffgruppe enthält.

Muskon, 3-Methyl-zyklo-pentadekanon-(1), $C_{17}H_{34}O$, ein Großringketon, wesentl. Geruchsträger des echten Moschus; verwandt mit ihm ist das künstl. Exalton (Zyklo-pentadekanon).

Muskowit, → Glimmer.

Musselin, feinfädiger, leichter, meist stückfärbter oder bedruckter Damenkleiderstoff in Leinwandbindung aus Wolle, Baumwolle oder Zellwolle.

Mutarotation, **Multirotation**, die Erscheinung bei manchen organ. Stoffen, bes. Zuckerarten, daß ihre Lösung zunächst ein bestimmtes Drehungsvermögen für polarisiertes Licht zeigt, das sich auf Grund molekularer Umlagerungen aber stetig verändert und einem Grenzwert zustrebt.

Mutterlauge, die nach Auskristallisation eines Stoffes aus einer Lösung verbleibende Flüssigkeit.

Myelin, in manchen Organen vorkommende Li-

poidgemenge, die im polarisierten Licht Doppelbrechung zeigen.

Myogen, ein im Muskelplasma enthaltener waserl. Eiweißkörper.

Myoglobin, häminhaltiger Muskelfarbstoff mit einer dem Hämoglobin ähnl. Fähigkeit zur Sauerstoffbindung.

Myosin, eine Gruppe von Eiweißen des Muskels. M. gehört chemisch zu den Globulinen; ein Gehalt von etwa 10% an Lipoiden ist typisch.

Myristinsäure, **Myristizinsäure**, $CH_3 \cdot (CH_2)_{12} \cdot COOH$, eine Säure der Fettsäurereihe, z. B. in Muskatbutter, Kokosöl, Walrat enthalten.

Myronsäure, ein saures Glukosid, das als Kaliumsalz im Samen des schwarzen Senfs vorkommt. M. wird durch das Enzym **Myrosin** in Allylsenöl, Glukose und Kaliumpersulfat zerlegt.

Myrrhe, das Gummiharz vom Balsambaum der Gatt. *Commiphora*, enthält außer 2,5–10% äther. Öl (**Myrrhenöl**) wechselnde Mengen Harz (darin **Myrrholol**) und Gummi.

N

N, CHEMIE: chem. Zeichen für → Stickstoff; GEOGRAPHIE: Norden; PHYSIK: die Maßeinheit Newton (→ Kraft). n, KERNPHYSIK: Neutron; vor Maßeinheiten 10^{-9} .

Na, chem. Zeichen für → Natrium.

Nabe, der Teil des Rades, mit dem es auf der Welle oder auf dem Zapfen sitzt.

Nachdruckverfahren, Neudruck durch seitensweise photograph. Aufnahme und Übertragung auf Flachdruckformen, verwendet bei Werken, von denen weder Satz noch Platten vorhanden sind oder der Neusatz eingespart werden soll.

nachformen, **kopieren**, FERTIGUNGSTECHNIK: die Verfahren der spanenden Formung, bei denen das Werkstück nach Modell, Schablone oder Musterstück gefertigt wird, bes. angewandt bei Werkstücken, deren Begrenzungsflächen von den normalen Regelflächen (Ebene, Zylinder, Kegel usw.) abweichen (z. B. Schiffsschrauben, Gesenke für Karosserieteile). Werkzeug oder Werkzeughalter werden unmittelbar (formschlüssig) oder kraftschlüssig an der Schablone (Modell) entlanggeführt, so daß die Rückkraft von dem Modell aufgenommen wird, oder durch Zwischenschaltung eines hydraul., elektr. oder pneumat. Verstärkers, wobei auf das Modell nur die geringe Fühlkraft (**Fühlersteuerung**) wirkt, mit der der Verstärker gesteuert wird. Das N. wird angewandt beim → Bohren, → Drehen, → Fräsen, → Hobeln, → Schleifen.

Nachhall, → Echo.

Nachlauf, 1) der Abstand des Bodenberührungspunktes eines gelenkten Rades vom Schnittpunkt der verlängert gedachten Schwenkachse mit der Fahrbahn, ist wichtig für den stabilen Lauf des rollenden Rades und die Lenkbarkeit zweirädriger Fahrzeuge. 2) CHEM. TECHNIK: der im Anschluß an die Hauptfraktionen bei einer → Destillation übergehende Anteil.

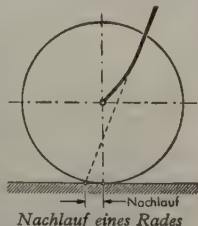
Nachrichtentechnik, **elektrische N.**, umfaßt die Umwandlung, Übertragung, Verteilung und Speicherung von Nachrichten durch elektr. Hilfsmittel, meist hochfrequente elektromagnetische Wellen. Hauptzweige sind die Technik der Endgeräte, die Übertragungstechnik und die Vermittlungstechnik. R. FELDTKELLER und G. BOSSE: Einf. in die N. (1961); H. GOETSCH: Taschenb. f. Fernmelde-techniker, 3 Tle. (1950–61).

Nachrichtensatellit, ein künstl. Erdsatellit für den interkontinentalen Nachrichtenverkehr (Fernsehen, Fernsprechen, Datenübertragung), der als Relaisstation für eine Mikrowellen-Richtfunkverbindung dient. Wegen der nur geradlinigen Sichtausbreitung der Mikrowellen einerseits und der Erdkrümmung andererseits lassen sich überseeische Richtfunkverbindungen nur mit Hilfe einer Satellitenrelaisstelle herstellen, die sich – von den Endstellen auf beiden Kontinenten aus gesehen – genügend hoch über dem Horizont befindet. – **Aktive N.** senden die empfangenen Signale verstärkt zurück (Score, Courier), **passive N.** reflektieren einfach die Signale (Echo). Laufen die N. auf Bahnen mittlerer Höhe (bis 15000 km) mit freier Satellitenposition, so ist, je nach Höhe und Neigung der Bahn, eine größere Zahl (20 bis 50) Satelliten notwendig. Laufen die N. auf Bahnen in 36000 km Höhe, umkreisen sie in 24 Stunden einmal die Erde, d. h. sie scheinen über einem Punkt der Erde zu schweben. Solche N. versorgen ein Drittel der Erdoberfläche, so daß 3 Satelliten genügen.

Nachrichtentheorie, **Informationstheorie**, eine von N. WIENER, C. E. SHANNON und D. GABOR geschaffene mathemat. Theorie, die z. B. die Frage behandelt, mit welchem minimalen techn. Aufwand man eine Nachricht gerade noch informativ, d. h. lesbar, übertragen kann. Grundlegend ist die quantitative Definition der **Information** oder **Nachrichtemenge** durch Zurückführung jeder Nachricht auf duale Zahlen oder Zweierschritte (→ Dualsystem). SHANNON hat nachgewiesen, daß jeder techn. Übertragungskanal nicht mehr als eine ganz bestimmte höchste **Nachrichtemenge** je Zeiteinheit, die **Kanalkapazität**, übertragen kann. Diese ist begrenzt durch unvermeidl. Störungen (**Rauschen**) und durch die Natur der übertragenen Zeichen selbst. Die N. ist eine der Grundlagen der → Kybernetik.

Nacht, die durch den Erdschatten hervorgerufene Dunkelheit, ist am Äquator während des ganzen Jahres so lang wie ein Tag (12 Std.), an allen andern Orten nur am 21. März und 23. Sept. (**Tagundnachtgleiche**). Auf der nördl. Halbkugel sind vom 21. 3. bis 23. 9. die Tage länger als die N., vom 23. 9. bis 21. 3. kürzer, auf der südl. Halbkugel umgekehrt.

Nachteffekt, **Dämmerungseffekt**, beim drahtlosen Peilen die Erscheinung, daß infolge der Höhengschwankung der Heaviside-Schicht während der Dämmerung und der Nachtzeit und der damit verbundenen Änderung der Polarisation der Peilspannung eine fehlerfreie Peilung mit den üblichen Peilantennensystemen nicht möglich ist. Fehlpeilungen vermeidet das → Adcock-System.



Nachlauf eines Rades

Nachtfahrgerät, eine Verbindung von Ultraschallsonar und → Bildwandler für Kraftfahrzeuge, das eine unbehinderte Fahrt bei Dunkelheit erlaubt.

Nachtfernrohr, *Nachtzielfernrohr*, ein → Bildwandler mit lichtstarkem Objektiv zum Beobachten von mit Ultraschall angestrahlten oder selbst Ultraschall aussendenden Objekten.

Nachtthimmelslicht, das Eigenleuchten der hohen Atmosphärenschichten in klaren mondlosen Nächten, Leuchtvorgänge von atomarem Sauerstoff (grüne Nordlichtlinie), Natrium sowie einigen Stickstoff-Radikalen.

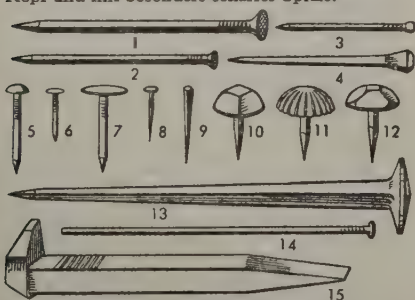
Nadel, spitzes Stechwerkzeug. ARTEN: *Näh-N.*; *Leder-N.*, mit dreikantiger Spitze; *Pack-N.*, sehr lang, Schaft flach und kantig mit gebogener Spitze; *Rund-N.*, für Polsterarbeit; *Filet-, Häkel-, Strick-N.*; *Stech-N.*, mit Metall- oder Glaskopf, *Sicherheits-N.*, mit Drahtschleife und Schutzkapsel zur Aufnahme der Spitze. *Nähmaschinen-N.* werden in etwa 1500 verschiedenen Typen hergestellt. *Strick-Maschinen-N.* haben einen N.-Kopf mit bewegl. Zunge (*Zungen-N.*), *Wirkmaschinen-N.* eine hakenartige Spitze (*Spitzen-N.*).

Nadeleisenerz, → Brauneisenstein.

Nadeltonverfahren, ein Schallaufzeichnungsverfahren, bei dem die Tonrille mit einem Stichel in einen Träger eingeschnitten wird, der eine Platte oder ein Filmband sein kann (→ Schallplatte).

Nadiri, → Himmel.

Nagel, ein → Drahtstift oder Holzstift zum Verbinden von Teilen, die weicher sind als der N. Aus Blechstreifen oder Bandseilen werden geschnittene N. hergestellt. Im Eisenbahnbau- und Schiffbau verwendet man *geschnittenen N.*, zur Schuhherstellung *Holz-N.* *Dachpappentifte* haben einen besonders breiten Kopf. *Huf-N.*, gebläut oder verzinkt, haben einen konischen Kopf. *Schuhmacher-N.* sind ohne Kopf und mit besonders scharfer Spitze.



Nagel: 1 gewöhnlicher Drahtstift mit rundem Schaft und flachem Kopf, 2 Drahtstift mit viereckigem Schaft, 3 Drahtstift mit Kugelkopf, 4 Huf-N., 5 Drahtstift mit Halbrundkopf, 6 Blauzwecke, 7 Dachpappentift, 8–9 geschnittene N. (aus Blech), 10 Schuhzwecke, 11–12 Zier-N., 13 Schiffs-N., 14 Formertstift, 15 Schienen-N.

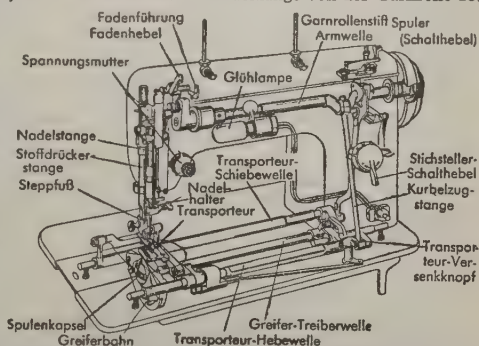
Nagelbau, BAUTECHNIK: eine Holzbauart für Tragwerke, bei der genagelte Bohlenbinder und Balken aus hochkant stehenden Bohlen und Brettern verwendet werden. Größter Brückenbau in N.: Rheinbrücke bei Kehl im 2. Weltkrieg.

Nagelflue, → Konglomerate.

Näherung, Approximation, die angenäherte Berechnung oder Konstruktion einer unbekannten Größe, z. B. Polygonkonstruktionen, Winkelteilungen, Auflösung algebraischer, Differential- und Integralgleichungen. Methoden, mit denen man schrittweise zu jeder gewünschten Genauigkeit kommt, heißen *sukszessive N.-Methoden*. Große Bedeutung in Astronomie und Physik besitzen die N.-Methoden der *Störungsrechnung*.

Nahewirkung, eine physikal. Wirkung, die sich nur mit endlicher Geschwindigkeit räumlich ausbreitet (→ Feld).

Nähmaschine. Die gebräuchlichsten N. arbeiten nach dem Zweifadensystem (Doppelsteppstich), bei dem Ober- und Unterfäden miteinander verschlungen werden. Durch Tret- oder Handkurbel oder durch einen kleinen Motor wird mit Hilfe einer Kurvenwalze oder eines Kurbelgetriebes eine senkrecht gelagerte *Nadelstange* auf und ab bewegt. Sie trägt am unteren Ende eine Nadel, durch die der Oberfaden geführt wird. Während die Nadel den Stoff durchsticht, zieht der *Fadengeber* die für eine Stichbildung erforderliche Nähfadenslänge von der Garnrolle ab.



Nähmaschine: Pfaff-Bahngreifermaschine K1, 60 (schematisch)

Beim Zurückgehen der Nadel bildet der Faden unterhalb der Stofflage eine Schlinge. Durch diese wird mit dem Schiffehen, das die Unterfadenspule trägt, der Unterfaden eingelegt. Fadengeber und Spannungsorgane ziehen die verschlungenen Ober- und Unterfäden etwa spannungsgleich in die Stofflage hinein. – Weitere Teile der N. sind: Der Stoffrücken oder Transporteur, der die Stofflage nach jedem Stich um eine Stichlänge selbsttätig weiter schiebt; die Stichplatte zum Auflegen des Nähgutes; der Stoffdrucker, der den Stoff auf die Stichplatte und den Stoffrücken preßt und durch Hand- oder Kniehebel angehoben werden kann; der Stichsteller zum Verstellen der Stichlänge sowie zum Einschalten des Vor- und Rückwärtsganges; der Spuler zum Aufspulen des Unterfadens. – Außer den *Doppelsteppstichmaschinen* gibt es *Kettenstichmaschinen*, bei denen die Naht nach Art des Strickvorgangs von einem Faden gebildet wird, N. mit *Kulissensteuerung* zur Herstellung von zickzackförmigen Nähten sowie *Zwei- und Mehrnadelmaschinen*, die gleichzeitig 2 oder mehrere Nähte nähen. Weitere Spezial-N. sind: Kapp-, Beschling-, Staffier-, Pikier-, Knopfloch-, Schnürloch-, Einfaß-, Bandaufstepp-, Riegel-, Knopfnäh- und Pelznähmaschinen.

nano, vor Maßeinheiten: 10^{-9} .

Napalm-Bombe, eine amerikan. Brandbombe großen Kalibers (Inhalt 416 l), mit einer Füllung aus Benzin, das durch Zusatz von **Natriumpalmitat** u. a. zu einer geleeartigen Masse eingedickt ist. Dieses Gemisch zündet beim Aufschlag von selbst und ist praktisch nicht löslich. Die Masse haftet überall und entwickelt eine Temperatur von über 2000°C .

Naphthalin, C_{10}H_8 , , ein im Steinkohlen-

teer mit etwa 5–10 % vorkommender fester Kohlenwasserstoff. Durch Einführung von Hydroxylgruppen entstehen *Naphthole*, den Phenolen der Benzolreihe entsprechend, durch Eintritt der NO_2 -Gruppe *Nitronaphthalin*, $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NO}_2$. Die genaue Bezeichnung der einzelnen Derivate erreicht man durch Benennung der substituierten Kohlenstoffatome, z. B. 1,5-Dinitro-N. – N.-Derivate sind Ausgangsstoffe der Farbenindustrie (Naphthol-AS-Farben).

Naphthene – Navigation

N. selbst dient als Schädlingsbekämpfungsmittel (*Mottenkugeln*), zur Herstellung von Ruß u. a.

Naphthalinsulfosäuren entstehen bei der Sulfurierung des N. mit konzentrierter oder schwefeltrioxydhaltiger Schwefelsäure (Oleum). Aus ihnen werden Naphthole und Naphtholsulfosäuren gewonnen. Kondensationsprodukte von N.-Sulfosäuren und Formaldehyd sind künstl. Gerbstoffe.

Naphthene, Kohlenwasserstoffe von der Zusammensetzung C_nH_{2n} , Hauptbestandteil der galizischen und kaukas. Erdöle.

Naphthoësäuren, $C_{10}H_7 \cdot COOH$, Monokarbonsäuren des Naphthalins, die der Benzoesäure entsprechen.

Naphthol, $C_{10}H_7(OH)$, dem Phenol entsprechendes Hydroxyderivat des $\rightarrow$ Naphthalins mit zwei isomeren Formen, α - und β -Naphthol. β -Naphthol dient zur Herstellung vieler Farbstoffe (Eisfarben). Sein Methyläther (*Yara-Yara*) und Äthyläther (*Bromelia*) sind Riechstoffe, die verdünnt nach Orangenblüten duften.

Naphthyl, der einwertige Rest $C_{10}H_7-$ des Naphthalins.

Narcain, ein im Opium zu 0,1–0,4 % enthaltenes Alkaloid, chemisch und pharmakolog. dem Papaverin ähnlich, ohne morphinartige Wirkung.

Narcylin, sehr reines Azetylen für Narkosen.

Narkotin, $C_{21}H_{23}O_5N$, eines der Hauptalkaloide des Opiums, wirkt anregend auf die Atmung.

Natrium, Na, chem. Element aus der Gruppe der $\rightarrow$ Alkalimetalle. Ordnungszahl 11, Massenzahl 23, Atomgewicht 22,9898; Schmelzpunkt $97,7^\circ C$, Siedepunkt $883^\circ C$, Dichte $0,97 \text{ g/cm}^3$. Die Gesteine der obersten Erdrinde enthalten im Durchschnitt etwa 2 % N.-Verbindungen. Im Reinzustand kommt das sehr unedle N. in der Natur nicht vor. Es wird technisch dargestellt durch Elektrolyse von geschmolzenem Ätznatron oder Kochsalz. Reines N. ist bei geringem spez. Gewicht ein guter Leiter für Wärme und Elektrizität. Es wird verwendet bei der Synthese organ. Verbindungen, bes. bei Reduktionen, Kondensationen und Polymerisationen, zur Entfernung letzter Feuchtigkeitsspuren aus Gasen, als Bestandteil von Legierungen, in flüssiger Form als Wärmeüberträger und -austauscher, als Dampf in Leuchtröhren sowie als Ausgangsmaterial für einige seiner Verbindungen.

Wichtige Verbindungen. **Kochsalz**, $NaCl$, kommt in der Natur vor („Steinsalz“-Lager, Meerwasser) und ist ein wesentl. Bestandteil der menschl. und tier. Ernährung. **Ätznatron**, $NaOH$, eine der stärksten Basen, gibt durch Auflösung in Wasser die stark ätzende **Natronlauge**, die zur Seifenherstellung, zum Zeilen von Faserstoffen, zur Entfettung von Metalloberflächen u. a. verwendet wird. **N.-Sulfat**, Na_2SO_4 , oder **Glaubersalz**, $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, wird u. a. zur Glasherstellung, in der Sulfatzellstoff-Erzeugung, in der Färberei und als Abfuhrmittel gebraucht. **N.-Nitrat**, $NaNO_3$, dient als Düngemittel. **N.-Karbonat**, Na_2CO_3 , $\rightarrow$ Soda, **N.-Silikat**, $\rightarrow$ Wasserglas. **N.-Bikarbonat**, oder (*doppeltkohlen-saures*) **Natron**, $NaHCO_3$, wird u. a. zur Mineralwasserbereitung und als Backpulver verwendet.

Natriumdampflampe, eine $\rightarrow$ Metallampflampe, sendet **Natriumlicht** aus, dessen Strahlung im sichtbaren Gebiet praktisch nur aus dem gelben Licht der Wellenlängen 589,0 m μ und 589,6 m μ (**Natrium-Doppellinie**, *D-Linie*) besteht.

Natriumglutamat, $\rightarrow$ Glutaminsäure.

Natron, ältere Bezeichnung für Natrium in Natriumverbindungen, im engeren Sinne die alkal. Natriumverbindungen, Natriumoxid, Na_2O , und Natriumhydroxid, $NaOH$.

Natté, Gewebe in Schindreherbindung mit kleinemustertem, längs- und quergestreiftem Aussehen.

Natur, die Gesamtheit der beobachtbaren, wissenschaftlich erforschbaren Tatbestände, soweit sie unabhängig von der Tätigkeit der Menschen da sind, also im Gegensatz zur Kultur.

Naturgesetze, feste Regeln, nach denen erfahrungsgemäß das Naturgeschehen verläuft und die

sich meist mathematisch (als Gleichungen) ausdrücken lassen.

Naturkonstanten, $\rightarrow$ physikalische Konstanten.

Naturphilosophie heißt in neuerer Zeit die Deutung der Grundlagen der $\rightarrow$ Naturwissenschaften im Zusammenhange eines philosoph. Systems. Sie wird heute meist im Sinne des $\rightarrow$ Positivismus versucht, so daß sie lediglich die logische Klärung der Grundbegriffe sowie der Abhängigkeit der Aussagen einer naturwissenschaftl. Theorie und methodologische Fragen (z. B. Klärung der Rolle des $\rightarrow$ Experiments, des $\rightarrow$ Modells u. a.) zum Gegenstand hat. Größte Bedeutung für die naturwissenschaftl. Forschungsarbeit besitzen die erkenntnistheoretischen Untersuchungen der heutigen Physik ($\rightarrow$ Relativitätstheorie, $\rightarrow$ Quantentheorie).

H. WEYL: Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaften (*1928); N. HARTMANN: Philosophie der Natur (1950).

Naturwissenschaften, im Unterschied zu den Geisteswissenschaften diejenigen Forschungsgebiete, die sich mit den nicht durch den Menschen hervorgerufenen Erscheinungen beschäftigen. Sie suchen diese empirisch kennenzulernen durch: Beobachtung, Messung, Vergleich und Experiment. Durch die *Naturkenntnis*, die sie erstreben, finden sie zugleich Möglichkeiten der *Naturbeherrschung*, entwickeln also die wissenschaftlichen Grundlagen der Technik und der Medizin. Die *Mathematik* ist das geistige Hauptwerkzeug vor allem der exakten N. (Physik, Chemie, Kristallographie, Astronomie usw.). Die *Physik* ist mit der Mathematik durch Denkweise und Methode eng verbunden. Im Prinzip sind heute die Gesetze der *Chemie* aus den quantentheoret. Gesetzen der Atomphysik mathematisch ableitbar geworden. *Astronomie* und Physik sind sich in der *Astrophysik* und *Kosmologie*, *Geologie* und Physik in der *Geophysik* weitgehend entgegengekommen. Auch die *Biologie* hat durch die neueren Forschungsergebnisse mannigfaltige Berührungspunkte mit Physik und Chemie bekommen, so z. B. in der Molekulargenetik, in der *Mikrobiologie* einschließlich der *Virusforschung* und in der *Biochemie*.

Nautik, *Schiffahrtskunde*; eine Wissenschaft, die sich mit der Seefahrt, ihren Hilfsmitteln und den für sie maßgebenden Verhältnissen schiffbarer Gewässer, vor allem des Meeres mit seinen Küsten, Gezeiten, Strömungen, Wetterverhältnissen, Stürmen, Eis und Nebel befaßt.

Navigation, die Verfahren zur Orts- und Kursbestimmung von See- und Luftfahrzeugen und zur Aufrechterhaltung des Verkehrs auch unter schwierigen Bedingungen, z. B. bei Nebel, Eisgefahr usw.

Der Standort wird als Schnittpunkt zweier oder mehrerer Standlinien gefunden. In der *terrestrischen N.* ergeben sich die Standlinien aus Abstands-messungen, Peilungen, Messen von Horizontalwinkeln und Lotungen. Dazu dienen Landmarken wie Gebäude, Leuchttürme und Seezeichen. Hilfsmittel der N. sind Seekarten, nautische Handbücher und Tafeln. Zur Kennzeichnung des Fahrwassers und wichtiger Punkte dienen die $\rightarrow$ Seezeichen, $\rightarrow$ Leuchfeuer und $\rightarrow$ Funkfeuer.

Die *astronom. N.* setzt an die Stelle der Beobachtung von Landmarken die von Gestirnen, deren Stellung am Himmel (Aufgang, Kulmination und Untergang) aus den astronom. Jahrbüchern entnommen werden. Mit dem $\rightarrow$ Sextanten wird die Höhe des Gestirns über dem Horizont gemessen und danach die „astronomische Standlinie“ berechnet.

Die praktisch wichtigsten navigator. Verfahren umfaßt die $\rightarrow$ Funknavigation.

Als Voraussetzung für die N. von U-Booten in Polargebieten unter der Eiskecke wurde die $\rightarrow$ Trägheitsnavigation entwickelt; für die Geschwindigkeitsmessung, bes. in der Luftfahrt, sind die $\rightarrow$ Doppler-Navigations-Verfahren wichtig. Die Erdsatelliten stellen eine Verbindung von astronom. und Funk-N. dar, sie ermöglichen eine durch Wetter und Tageszeit nicht beschränkte, schnellere und genauere Ortung als die mit Hilfe der Gestirne.

Der Generalkurs eines Fahrzeuges ist entweder

eine *Loxodrome* (Schrägbahn), die alle Meridiane unter dem gleichen Winkel (Kurswinkel oder „wahrer Kurs“) schneidet, die aber nicht der kürzeste Weg zwischen zwei Punkten ist, oder eine *Orthodrome* (Geradbahn, „größter Kreis“), die polwärts von der Loxodrome abweicht. Der Kurs wird nach dem Kompaß gesteuert.

Die laufende Eintragung des Kurses und des zurückgelegten Weges in die Seekarte von einem sicher bekannten Punkte aus (*Koppeln*) liefert den angenehnten Standort, der durch terrestr., astronom. oder funknavigatorische Beobachtungen berichtigt werden muß.

J. MÜLLER - J. KRAUSS: Hb. für die Schiffsführung, 1. Bd. (1961); H.-C. FREIESLEBEN: N. (1957).

Nb, chem. Zeichen für → Niobium.

Nd, chem. Zeichen für → Neodym.

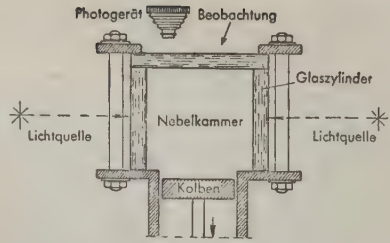
Ne, chem. Zeichen für → Neon.

Nebel, 1) METEOROLOGIE: auf dem Erdboden aufliegende Wolken, in denen die Sichtweite unter 1 km zurückgeht. N. besteht aus Wassertropfchen mit einem Durchmesser von 0,01 bis 0,04 mm, deren Fallgeschwindigkeit nur wenige cm/s beträgt, die also praktisch schweben. *Hoch-N.* entsteht in Form flacher, tiefliegender Stratusdecken bei der Anhebung des N. infolge Erwärmung in Bodennähe. *Nässender N.* entsteht durch Zusammenfließen der N.-Tröpfchen zu größeren Sprühregen-Tröpfchen (σ etwa 0,1 mm). N. bildet sich bei Abkühlung der Luft unter den Taupunkt.

Nebelbogen, ein weißer Regenbogen, der bei Tropfendurchmessern unter 0,025 mm entsteht.

2) ASTRONOMIE: *Nebelflecke*, kleine, schwach leuchtende flächenhafte Gebilde an der Sphäre, von denen der *Andromeda-N.* und der *Orion-N.* mit freiem Auge sichtbar sind. Man unterscheidet die meist regelmäßig gebildeten Planetarischen N., die unregelmäßig geformten diffusen N., die Dunkel-N. oder Dunkelwolken und die Spiral-N. *Planetarische N.* sind Gasmassen, die einen sehr heißen Zentralstern umlagern und wahrscheinlich früher von diesem ausgestoßen worden sind. Sie werden durch dessen Strahlung zum Leuchten angeregt und zeigen eine Expansion von 10–20 km/s. Nur der aus einer früheren Supernova (→ Novae) entstandene Krebsnebel expandiert mit über 1000 km/s. Die Durchmesser der Planetarischen N. sind von der Größenordnung einiger Lichtjahre. Die *diffusen N.* haben teils ein Spektrum von Emissionslinien, teils ein kontinuierliches mit Absorptionslinien, das den benachbarten hellen Sternen gleicht, deren Licht sie somit einfach reflektieren. Diese *Reflexionsnebel* bestehen aus kosmischen Staubmassen (→ interstellare Materie) mit einer Dichte von etwa 10^{-24} g/cm³. Die *Emissionsnebel* sind aus den gleichen Gasen aufgebaut wie die Planetarischen N., nämlich hauptsächlich Wasserstoff, Helium, Sauerstoff, Stickstoff und Neon. Die *Dunkelnebel* sind solche Reflexionsnebel, die nicht von Sternen beleuchtet werden. Sie geben sich daher nicht durch Leuchten, sondern durch die Absorption des Lichtes der hinter ihnen stehenden Sterne zu erkennen. Sie rufen in der Milchstraße, auf die sie wie die diffusen N. beschränkt sind, die zahlreichen Sternleeren hervor. Die *Spiralnebel* sind eine sehr häufige Form der → Sternsysteme; sie bestehen aus Sternen und aus N.

Nebekammer, *Wilsonkammer*, Gerät zum Sichtbarmachen der Bahnen elektrisch geladener atomarer Teilchen (C. T. R. WILSON, 1912). In der N. befindet sich eine mit Wasser- oder Alkoholdampf gesättigte, staubfreie Atmosphäre. Vergrößert man das Gasvolumen adiabatisch durch Zurückziehen eines Kolbens, so sinkt die Temperatur unter den Taupunkt. Der Dampf kondensiert (bildet Nebeltropfchen) jedoch erst dann, wenn Kondensationskerne vorhanden sind. Dies ist der Fall, wenn während des Zustandes der Übersättigung ein energiereiches Teilchen in die N. eindringt und längs seiner Bahn durch Zusammenstöße mit den Gasmolekülen Ionen bildet, die als Kondensationskerne wirken; der übersättigte



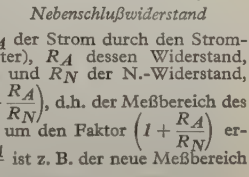
Nebekammer: Schema

Dampf scheidet sich an ihnen als Tröpfchen aus, und bei starker Beleuchtung kann man eine feine Nebelspur beobachten und photographieren.

Nebelwerfer, → Raketenwaffen.

Nebenschluß, ELEKTROTECHNIK: ein Zweig einer Parallelschaltung

von Stromverbrau- chern. Ein N.- Widerstand (*Shunt*) wird bes. in der Meßtechnik angewendet, um den Meßbereich von Strommessern zu vergrößern. Sind I_A der Strom durch den Strom-



Nebenschlußwiderstand

messer (Amperemeter), R_A dessen Widerstand, I der Gesamtstrom und R_N der N.-Widerstand, dann ist $I = I_A \left(1 + \frac{R_A}{R_N}\right)$, d.h. der Meßbereich des Strommessers wird um den Faktor $\left(1 + \frac{R_A}{R_N}\right)$ erhöht. Bei $R_N = \frac{R_A}{9}$ ist z. B. der neue Meßbereich

das 10fache des ursprünglichen.

Nebensonne, → Halo.

Negativ, PHOTOGRAPHIE: bei dem auf photograph. Wege erzeugte Bild, bei dem helle Bildteile dunkel und dunkle hell wiedergegeben werden. Durch → Kopieren oder Umkehrentwicklung wird hieraus das dem Original entsprechende *Positiv* erhalten.

negativ, 1) *negative Höhe*, → Depression. 2) *negative Ladung*, → Elektrizität. 3) *negative Zahl*, eine reelle Zahl, die weder Null noch positiv ist, d.h. die sich nicht als Quadrat einer reellen Zahl darstellen läßt.

Negativdruck, ein Druckverfahren, bei dem die umgebende Fläche bedruckt wird und Schrift oder Bild in der Farbe des Papiers erscheinen.

Negator, 1) MASCHINENBAU: ein an seinen Enden aufgerolltes, als Zugfeder dienendes Stahlband. Der N. hat negative Federcharakteristik, d. h. mit der Auszugslänge nimmt die Federkraft ab; er ist ein vielseitig verwendetes Maschinenelement. 2) ELEKTRONIK: Schaltung zur Realisierung der Negation (Verneinung).

Nehrstrom, wirbelartige Gegenströmung hinter Brückenpfeilern, in Bühnenfeldern und hinter Ufervorsprüngen, führt zu Kolkbildung.

Neigung, 1) ASTRONOMIE: *Inklination*, der Winkel zwischen der Bahnebene eines Himmelskörpers und der Erdbahnebene. Er wird von 0 bis 180 Grad gezählt derart, daß Himmelskörper mit N. zwischen 0 und 90 Grad eine rechtläufige, zwischen 90 und 180 Grad eine rückläufige Bewegung ausführen.

2) das → Gefälle. Bei der EISENBAHN darf die Längs-N. auf der freien Strecke in der Regel bei Hauptbahnen 25‰ (1:40), bei Nebenbahnen 40‰ (1:25) nicht überschreiten. Die Anwendung einer N. zwischen 25‰ und 12,5‰ (1:80) bei Hauptbahnen und mehr als 40‰ (1:25) bei Nebenbahnen bedarf der Genehmigung des Bundesverkehrsmin. Bahnstreckengleise dürfen nur 2,5‰ (1:400) geneigt sein. *Neigungsanzeiger*, *Neigungswechseltafeln*, zeigen bei Gefällwechsel die N. und Länge des folgenden Streckenabschnitts an.

Neilsche Parabel – Netzmodell

Neilsche Parabel, *semikubische Parabel*, eine ebene Kurve 3. Ordnung mit der Gleichung $ay^3 = x^2$ in kartesischen Koordinaten, wobei a eine Konstante ist.

NE-Metalle, die $\rightarrow$ Nichtisenmetalle.

Nennspannung,

ELEKTROTECHNIK: die Spannung, die in einem $\rightarrow$ Netz oder an einem Punkte des Netzes, insbes. am Hausanschluß, herrschen soll. *Betriebsspannung* ist die tatsächliche Spannung.

Nennweite, BAUTECHNIK: das Sollmaß der lichten Breite eines Raumes in Richtung der überspannenden Deckenkonstruktion.

Neodym, Nd, chem. Element aus der Gruppe der $\rightarrow$ Lanthaniden. Ordnungszahl 60, Massenzahlen 142, 144, 146, 148, 150, Atomgewicht 144,24; Schmelzpunkt 840°C , Dichte $6,9\text{ g/cm}^3$; Vorkommen wie bei $\rightarrow$ Zr. Zur Gewinnung von reinem N. dienen chem. Trennverfahren, denen das bei der Aufbereitung von Zr-Erzen gewonnene „Mischmetall“ unterworfen wird. Elementares N. zeigt leicht gelbl. typischen Metallglanz. Glas mit Beimengungen von N. wird zur Herstellung optischer Filter (z. B. Sonnenbrillen) verwendet. Zusätze von N.-Oxid, Nd_2O_3 , oft zusammen mit solchen von Praseodymoxid, ergeben farbige Gläser.

Neon, Ne, chem. Element aus der Gruppe der $\rightarrow$ Edelgase. Ordnungszahl 10, Massenzahlen 20, 22, 21, Atomgewicht 20,183; Schmelzpunkt $-248,6^\circ\text{C}$, Siedepunkt -246°C , Dichte $0,8999 \cdot 10^{-3}\text{ g/cm}^3$. N. ist ein farb-, geruch-, geschmackloses Gas, das zu 0,00086 Gewichtsprozent in Luft enthalten ist. Es wird gewonnen wie $\rightarrow$ Argon. Verwendung in Leuchtrohren (*Neon-Lampen*) und Glimmlampen.

Neoprene, $\rightarrow$ Kautschuk.

Neper, abgek. N, nach dem engl. Mathematiker NAPIER, Maßeinheit der $\rightarrow$ Dämpfung in Vierpolen (Doppelteilungen u. ä.). Die Größe der Dämpfung in N. ist eine dimensionslose Zahl, und zwar gleich der Differenz der natürl. Logarithmen der Eingangsgröße (Spannung, Strom) und der Ausgangsgröße. In dekadischen Logarithmen ausgedrückt heißt das gleiche Maß *Bel*, abgekürzt *b*.

Nephelin, *Eläolith*, hexagonales Mineral, $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, farblos bis hell farbig, im Gestein dem Quarz ähnlich; wichtiger Feldspatvertreter magmatischer Gesteine (N.-Basalt, Phonolith, Eläolithsyenit).

Nephelinit, junges Ergußgestein aus der Fam. der Basalte; Hauptgemengteile Augit und Nephelin, auch Hauyn, bei dessen reichlichem Auftreten das Gestein *Hauynophyr* heißt.

Nephelometrie, Trübungsmessung zur Konzentrationsbestimmung feindisperser Fällungen (Silberhalogenide, Bariumsulfat, Eiweißfällungen, Wachstum von Bakterien usw.). Die Stärke des durchgelassenen oder abgebeugten Lichtes wird visuell oder lichtelektrisch gemessen mit dem *Nephelometer*, *Tyndallometer* und dem *Turbidimeter*.

Nephrit, $\rightarrow$ Amphibole.

Nephroide, nierenförmige Kurve 6. Ordnung; Gleichung: $4(x^2 + y^2 - r^2)^3 = 27r^2y^2$.

Neptun, von der Sonne aus der achte der großen Planeten, Zeichen: Ψ . Seine Helligkeit ist die eines Sterns 8. Größe. Der N. wurde 1846 von GALLE in Berlin entdeckt, nachdem seine Bahn aus den Störungen der Uranusbahn von LEVERRIER berechnet worden war. N. besitzt zwei $\rightarrow$ Monde. Auf seiner Oberfläche sind keine Einzelheiten zu erkennen. Er hat eine Gashülle, in der Methan ein Hauptbestandteil ist. Seine Rotation ist spektroskopisch zu 15,8 h bestimmt worden. Die Oberflächentemperatur beträgt etwa -200°C . Weiteres $\rightarrow$ Planeten, ÜBERSICHT.

neptunische Sedimentgesteine, im Wasser abgelagerte oder ausgeschiedene Sedimentgesteine.

Neptunium, *Np*, künstlich hergestelltes, radio-

aktives chem. Element, eines der $\rightarrow$ Transurane. Ordnungszahl 93, Massenzahlen (nach abnehmender Halbwertszeit geordnet): 237, 235, 234, 239, 238, 236. N. wird als Zwischenprodukt der Plutoniumherstellung grammweise in Uranbrennern gewonnen. Es entsteht durch Betazerfall des Uranisotops 239. Äußerst geringe Mengen bilden sich daher auch in natürl. Uranlagerstätten. Sein chem. Verhalten ähnelt dem des Urans, seine Verbindungen sind meist 4-, 5- und 6wertig.

Nernst, Walther, Physiker, * 1864, † 1941, Prof. in Göttingen und Berlin, Mitbegründer der physikal. Chemie. Die Ionentheorie, die Lehre von den Lösungen und von den chemischen Gleichgewichten verdanken ihm wesentliche Förderung. 1920 Nobelpreis.

Nernstlampe, *Nernstbrenner*, elektr. Lichtquelle mit einem 10 bis 30 mm langen Stäbchen aus Oxiden der Erdmetalle (bes. Zirkonoxid) als Leuchtkörper. Dieser *Nernststift* wird mit einer elektr. geheizten Platinwendel vorgewärmt; er strahlt in fast weißem Licht.

Nernstsches Wärmethereom, dritter Hauptsatz der Thermodynamik (W. NERNST, 1906). Nach dem N.W. nähert sich die $\rightarrow$ Entropie eines jeden Körpers bei abnehmender Temperatur dem Werte Null. Eine andere Formulierung (H. A. LORENTZ, 1913) lautet: Der absolute Nullpunkt der Temperatur ist nicht erreichbar. Die Quantentheorie hat das N.W. theoretisch begründet.

Nernst'sche Theorie, Theorie der galvan. Stromerzeugung nach W. NERNST, $\rightarrow$ Elektrolyse.

Neroline, verschiedene Äther des β -Naphthols, die geruchlich entfernt an Orangenblüte erinnern und als billige Seifenriechstoffe verwendet werden.

Neroliöl wird durch Wasserdampfdestillation aus Orangenblüten gewonnen. N. ist ein wesentl. Bestandteil von Eau de Cologne.

Nessel, leinwandbindiges Baumwollgewebe in verschiedenen Fadendichten und Garneinheiten. *Cretone* ist grobfädig, *Renforcé* mittelfädig und *Katun* feinfädig. N. wird für techn. Zwecke, als Wäsche-, Schürzen- und Kittelstoff verwendet.

Netz, 1) garngeknüpft oder luftig gewebtes Maschenwerk für Taschen, Jagd und Fischfang; übertragen auch ein System von Verkehrslinien (z.B. Schienen-N.), Versorgungsleitungen (Gasrohr-N., Wasserrohr-N.) usw.

2) kleines Sternbild des südl. Himmels.

3) ELEKTROTECHNIK: ein System elektr. Leitungen zur Versorgung mit Strom, meist mit $\rightarrow$ Drehstrom; betrieben als *Höchstspannungs-N.* (300 bis 400 kV), *Hochspannungs-N.* (100–200 kV), *Mittelspannungs-N.* (6–60 kV) und *Niederspannungs-N.* (0,4 kV). *Überland-N.* werden mit hoher Spannung betrieben, *Orts-N.* sind bei kleineren Ortschaften reine Niederspannungs-N., bei größeren Ortschaften und Städten Niederspannungs-N. in Verbindung mit einem Mittelspannungs-N.

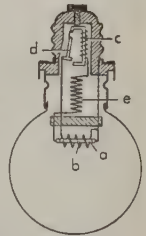
4) MATHEMATIK: $\rightarrow$ Schar.

Netzanschlußgerät, RUNDfunk: aus dem elektr. Stromversorgungsnetz gespeistes Empfangsgerät.

Netzätzung, die $\rightarrow$ Autotypie.

Netzmittel, Abkömmlinge von Fett- und Sulfosäuren sowie von Fettsäuren; sie vermindern die Grenzflächenspannung der Flüssigkeit (entspannen sie) und erhöhen damit ihr *Netzvermögen*, so daß auch wasserabstoßende Oberflächen benetzt werden können. Ferner bewirken die N. eine Weiterzerteilung der gelösten Stoffe (Dispergierung) und unterstützen dadurch den Wasch- und Färbvorgang.

Netzmodell, die modellmäßige elektr. Nachbildung eines Übertragungs- oder Versorgungsnetzes,



Nernstlampe:
a Glühkörper (Nernststift), b Platin-Heizwendel, c Elektromagnet, d durch Bi-metallstreifen geschalteter Unterbrecherkontakt, e Vorschaltwiderstand.

wird angewandt, um langwierige Rechenarbeiten einzusparen.

Netzwerk-Rechengemät, modellartige Darstellung rechnerischer Zusammenhänge in Form eines elektr. Netzwerks. Darin treten die gesuchten Größen nach den Kirchhoffschen Regeln als Ströme und Spannungen auf und werden ausgemessen (*Kirchhoff-N.*). Elektr. und elektron. N.-R. dienen zum Lösen linearer und nichtlinearer Gleichungssysteme, zum Suchen von Nullstellen algebraischer Gleichungen, zum Lösen von Differentialgleichungen, für statist. Rechenaufgaben u. a.

Neue Kerze, → Candela.

Neugrad, → Winkel.

Neurohormone, Hormone, die in besonderen Zellgebieten des Zentralnervensystems sezerniert werden. Zu ihnen gehören Adiuretin, Oxytocin, Vasopressin, die im Zwischenhirn entstehen und auf Nervenbahnen zur Hypophyse transportiert, dort gespeichert und nach Bedarf ausgeschieden werden.

Neusilber, eine Legierung aus 45–70 % Kupfer, 8–28 % Nickel und 8–28 % Zink. Handelsnamen: Argentan, Alpaka, Packfong, Chinasilber, Kunstsilber. Verwendung für ärztl. und feinmechan. Geräte, Tafel-, Küchengeräte usw.

Neutralfett, die in einem Fett enthaltenen Glyzeride.

Neutralisation, *Abstättung*, das Zusammenfügen äquivalenter Mengen Säure und Base zu Salz und Wasser. Die dabei entwickelte Wärmemenge, die *N.-Wärme*, beträgt für nahezu völlig dissoziierte Säuren und Basen bei Zimmertemperatur für jedes entstandene Mol H_2O etwa 13,7 kcal.

Neutretto, vorgeschlagener Name für das μ -Neutrino (→ Neutrino).

Neutrino, ungeladene Elementarteilchen, die in zwei Typen, *e-Neutrino* (ν_e) und *μ -Neutrino* (ν_μ) und deren Antiteilchen, vorkommen. Das *e-N.* wird zusammen mit einem Elektron beim Betazerfall von Atomkernen emittiert, das *μ -N.* entsteht zusammen mit einem Muon (μ -Meson) z. B. beim Pionzerfall ($\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$). Beide N.-Arten haben eine sehr kleine, wahrscheinlich sogar verschwindende Ruhemasse und den Spin $\frac{1}{2}$. Daher ist ihre Wechselwirkung mit der übrigen Materie außerordentlich klein; der direkte Nachweis von N. ist erst in jüngster Zeit unter Verwendung intensivster Protonenstrahlen gelungen. – Während in einem Reaktor nur Anti-*e-N.* entstehen, sind die energieerzeugenden Kernprozesse in der Sonne starke Quellen für *e-N.* Jeder cm^2 der Erde wird in der Sekunde von $6 \cdot 10^{18}$ *e-N.*, die von der Sonne herkommen, durchsetzt. Bei N. sind Bewegungsrichtung und Spin stets entgegengesetzt gerichtet. Dies entspricht der Vorstellung, daß N. wie Linksschrauben, Anti-N. wie Rechtsschrauben rotieren. Die Unsymmetrie ist äquivalent mit der Nichterhaltung der Parität bei Vorgängen, in die N. verwickelt sind.

Neutrodynschaltung, *Neutraisierungsschaltung*, eine Brückenschaltung, die zur Beseitigung (Neutralisation) des wegen der Selbsterregungsgefahr schädlichen Einflusses der Gitter-Anoden-Kapazität von Verstärkerröhren dient. Die N. wird in Sendern und im UKW-Teil von Empfängern angewendet.

Neutron, Elementarteilchen ohne Ladung, dessen Masse fast gleich der des Wasserstoffkerns (Proton) ist; physikal. Eigenschaften → Elementarteilchen, TABELLE. N. wurden von CHADWICK 1932 bei der Beschöpfung von Beryllium mit Alphastrahlen nachgewiesen. Sie bilden neben den Protonen die Kernbausteine oder Nukleonen (→ Kernphysik). Das N. ist instabil: Durch β -Umwandlung geht es in ein Proton über unter Emission eines Elektrons (und Antineutrinos); die mittl. Lebensdauer beträgt rd. 12,3 min. Doch wird es meist vor dem Zerfall von Atomkernen eingefangen, deren Umwandlung es verursacht. Im Atomverband kann sich auch umgekehrt ein Proton in ein N. verwandeln unter Emission eines positiven Elektrons. Wenn sich Proton und N. nahekomen, kann die Ladung von dem

Proton zum N. übergehen (→ Austauschkraft). Durch Streuversuche mit Elektronen wurde nachgewiesen, daß das N. eine räumlich ausgedehnte Struktur besitzt: ein „Kern“ mit der Ladung 0,3 e (e = Elementarladung) wird von zwei „Ladungswolken“ umgeben, von denen die innere mit dem Radius $0,32 \cdot 10^{-13}$ cm negativ ($-0,6 e$) und die äußere mit dem Radius $0,47 \cdot 10^{-13}$ cm positiv ($+0,3 e$) geladen ist (HOFSTÄDTER, Nobelpreis 1961). In Kernreaktoren entstehen N. in großen Mengen. Sie werden vor allem zur Erzeugung künstl. radioaktiver Präparate benützt.

Neutronenspektrometer, eine Anordnung zur Herstellung von N.-Strahlen sehr einheitl. Energie im Energiebereich zwischen etwa 0,01–100 eV, im wesentlichen durch Anwendung der Interferenz von N.-Strahlen an Kristallgittern ähnlich dem → Debye-Scherrer-Verfahren oder durch Registrieren von Neutronen bestimmter Flugdauer mittels Zählern, die immer nur sehr kurze Zeit empfindlich geschaltet sind (*Flugzeit-Spektrometrie*).

Neutronenbombe, eine geplante Kernverschmelzungsbombe, möglicherweise ähnlich der Wasserstoffbombe, von nur geringer materieller Zerstörungskraft, die durch äußerst starke Neutronenstrahlen alles Leben in weitem Umkreis vernichten soll.

Neutronenfluß, *Flux*, die Anzahl der Neutronen, die je Sekunde durch eine Fläche von $1 cm^2$ strömt (Maßeinheit $1/cm^2 \cdot s$), kennzeichnender Wert für jeden Reaktor. Kleine Forschungsreaktoren haben N. von 10^8 bis 10^{10} , Leistungsreaktoren 10^{13} bis 10^{15} , Materialprüfreaktoren bis $10^{19}/cm^2 \cdot s$.

Neutronenthermometer, ein Gerät zum Messen großer Neutronenintensitäten, z. B. im Reaktor, besteht aus einem Thermoelement, das von einer kleinen Menge ^{235}U umgeben ist. Die im Uran von den Reaktorneutronen induzierten Kernspaltungen erwärmen das Uran und damit das Thermoelement, das eine der Neutronenintensität proportionale meßbare Thermospannung liefert.

Neutronenzähler, Nachweisgerät für Neutronen. Für langsame Neutronen verwendet man vornehmlich mit BF_3 gefüllte Zählrohre. Das im Bor vorhandene Borisotop ^{10}B absorbiert Neutronen gemäß der Gleichung $^{10}B + n \rightarrow \alpha + ^7Li$, wobei das entstehende α -Teilchen und der Li -Kern das umgebende Gas ionisieren; der Spannungsstoß ist im Zählrohr nachweisbar. Auch mit Kadmium umgebene Zählrohre und → Szintillationszähler können als N. dienen. Schnelle Neutronen weist man nach durch ihre Stöße auf Protonen im Methanzählrohr oder in wasserstoffhaltigen organ. Szintillatoren. Auch mit → Spaltkammern können Neutronen gezählt werden.

Newton, Sir Isaac, engl. Physiker, * 1643, † 1727, war Prof. in Cambridge, später Königl. Münzmeister, einer der bedeutendsten Naturforscher der Neuzeit. 1687 stellte er im Anschluß an GALILEI drei Bewegungsgesetze auf: 1) Jeder Körper verharrt in seinem Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Bewegung in geradliniger Bahn, solange er nicht durch einwirkende Kräfte gezwungen wird, diesen Zustand zu ändern; 2) Kraft = Masse $\times$ Beschleunigung; 3) die Kräfte, die zwei Körper aufeinander ausüben, haben stets gleiche Größe und entgegengesetzte Richtung. Durch die Anwendung dieser Gesetze auf die Himmelskörper fand er das *Gravitationsgesetz* (Massenanziehung), mit dem er die Bewegung der Planeten um die Sonne sowie Ebbe und Flut erklärte, die Abplattung der Erde, die Masse der Planeten, die Größe der Schwerkraft auf ihren Oberflächen und die Bewegungen der Erdschäle berechnete. Als Werkzeug für diese Untersuchungen erfand N. die Infinitesimalrechnung (1665 ff.), die unabhängig von ihm auch LEIBNIZ schuf. Zugleich begründete N. die Lehre vom Schall und lehrte die Zusammensetzung des weißen Lichts aus den Regenbogenfarben, deren Mischung wieder Weiß ergibt (1672). (TAFEL Naturforscher und Erfinder) F. DESSAUER: Weltfahrt der Erkenntnis. Leben u. Werk I. N.s (1945).

Newton, Krafteinheit, → Kraft.

Newton-Metall – Niet

Newton-Metall, als Schnellot und Schmelz-sicherung verwendete Legierung, z.B. aus (in %) *Sn* 50, *Pb* 32, *Cd* 18 (Schmelzpunkt 145°C) und *Sn* 26, *Bi* 53, *Cd* 21 (Schmelzpunkt 103°C).

Newton'sche Ringe, → Interferenz.

Newton'sches Näherungsverfahren, näherungs-mäßige Berechnung der Nullstellen einer differen-zierbaren Funktion dadurch, daß in der Nähe einer vermuteten Nullstelle die Funktion darstellende Kurve durch eine ihrer Tangenten ersetzt wird.

Ni, chem. Zeichen für → Nickel.

Nichteisenmetalle, **NE-Metalle**, alle technisch genutzten Metalle und ihre Legierungen außer Eisen und Stählen. Die N. werden oft noch einge-teilt in → Schwermetalle und → Leichtmetalle sowie Buntmetalle und Edelmetalle.

nichteuklidische Geometrie, **absolute Geometrie**, unterscheidet sich von der euklidischen Geometrie durch Nichtanerkennung des Parallelenaxioms. In der *Lobatschewskyschen* oder *hyperbol. Geometrie* gehen durch einen gegebenen Punkt unendlich viele Parallelen zu einer gegebenen Geraden; die Winkel-summe im ebenen Dreieck ist stets kleiner als 180°. In der *ellipt. Geometrie* gibt es keine Parallelen; jedes ebene Dreieck hat eine 180° übertreffende Winkel-summe; Gerade, Ebenen und der gesamte dreidimen-sionale Raum sind in der ellipt. Geometrie endlich.

Nichtleiter, **Isolatoren**, → Isolierung.

Nichtmetalle, früher auch **Metalloide**, chem. Elemente mit nichtmetallischen Eigenschaften oder nichtmetallische Zustandsformen (→ Metalle).

Nichtunterscheidbarkeit, **MIKROPHYSIK**; ein Merkmal der Elementarteilchen, Atome und Mole-küle. Alle größeren Individuen (Sandkörner, Zellen, Blätter, Tiere) sind auch bei größter Ähnlichkeit *unterscheidbar* und infolgedessen *wiedererkennbar*. In der älteren Entwicklung der → statistischen Mecha-nik hatte man auch den Atomen oder Elektronen eine individuelle Wiedererkennbarkeit zugeschrie-ben, so daß bei der Abzählung thermodynamisch-statist. Wahrscheinlichkeiten jeweils zwei nur durch die Vertauschung zweier Individuen verschiedene Zustandsmöglichkeiten unterschieden wurden. In Wahrheit besteht jedoch eine grundsätzl. N. für gleichartige mikrophysikalische Gebilde. Hierdurch werden an Stelle der älteren thermodynam. Statistik die → Bose-Einstein-Statistik und die → Fermi-Dirac-Statistik ermöglicht.

Nickel, **Ni**, chem. Element, Metall; Ordnungs-zahl 28, Massenzahlen 58, 60, 62, 61, 64, Atomge-wicht 58,71; Schmelzpunkt 1453°C, Siedepunkt 3177°C, Dichte 8,9 g/cm³. Abgesehen vom N.-Gehalt des Meteoritens findet man N. in der Natur nur chemisch gebunden in seinen Erzen, von denen die wichtigsten Garnierit, (*Ni*, *Mg*)*H*₂*SiO*₄, nickelhal-tiger Magnetkies, (*Fe*, *Ni*)*S*, sowie nickelhaltige Arsen- und Kupferkiese sind. Das Erdinnere ent-hält vermutl. große Mengen N. (*Nife*-Kern). – N. wird ähnlich wie das verwandte Eisen techn. dar-gestellt: Die N.-Erze werden angereichert, durch Rösten in *N*-Oxid, *NiO*, übergeführt und meist mittels Kohle reduziert. Überwiegend geht heute die Erzeugung über das flüssige, giftige N.-*Tetra*-karbonyl, *Ni(CO)*₄, aus dem N. thermisch abge-spalten wird. Elementares N. ist glänzend weiß, dehn- und schweißbar und ebenso wie einige N.-Verbin-dungen ferromagnetisch. N. besitzt ein starkes Ab-sorptionsvermögen für Gase, bes. Kohlenmonoxid (etwa 5 l *CO*/l kg *Ni*); es wird von feuchter Luft, Alkalien, organ. Flüssigkeiten fast gar nicht, von verdünnten Säuren nur langsam angegriffen. Kon-zentrierte Schwefel- oder Salpetersäure bleibt in-folge Bildung einer dünnen Oxidschicht unwirksam. Beim galvan. Vernickeln von Metallgegenständen dient N.-Ammoniumsulfat als Elektrolyt. Reinstes N. dient als Katalysator, bes. bei Hydrierungen.

N. ist ein sehr wichtiges Legierungselement in Chrom-Nickel-, Kupfer-Nickel-Legierungen, Mo-nel-Metall, Bronzen, Leichtmetallen, Gunar, Bau-stählen, rostfreien Stählen usw.

Nickelin, eine Legierung aus 55–68% Cu, 33 bis 19% Ni, bis 18% Zn, mit hohem elektr. Widerstand.

Nicol, **Nicolsches Prisma**, ein Polarisorator des Lichts aus einem längl. Spaltstück von Kalkspat (Doppelspat), das zerschnitten und mit Kanadabalsam wieder zusam-mengekittet wird; der ordentl. Strahl wird an der Kittfläche total reflektiert (→ Doppelbrechung) und an der Fassung absorbiert, der außerordentl. Strahl geht als linearpolarisiertes Licht durch den Kristall. *Glan-Thompson*- und *Ahrens-Prismen* unterscheiden sich vom N. durch günstigeren Schnitt.



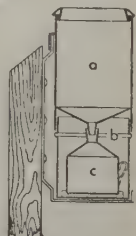
Nicolsches Prisma

Niederdruckpreßverfahren, Ver-fahren zur Herstellung von Formkörpern aus härtbaren Massen, die nur verhält-nismäßig niedrige Drucke zu ihrer Ver-formung benötigen. Wegen der geringen Druckbeanspruchung können die Formen aus Holz oder Leichtmetall sein. Eine Abart ist das *Gummisackpreßverfahren*.

Niederschachtofen, ein im Vergleich zum → Hochofen niedriger Erzhüttungssofen mit einer Schachthöhe bis zu 5 m.

Niederschlag, 1) **METEOROLOGIE**: aus den Wol-ken ausfallende Kondensationsprodukte des Wasser-dampfes wie Regen, Schnee, Graupeln, Hagel. N. bilden sich durch Zusammenfließen (Koagulation) der Wolkentröpfchen und durch deren Anlagerung an bereits vorhandene größere Tröpfchen oder an Eiskristalle. Stärkere N. entstehen dann, wenn die regnende Wolke vertikal sehr mächtig ist und bis in Temperaturen unter –10°C hinaufreicht. Das Aus-fallen von N. beruht meist darauf, daß sich die Wol-kenluft hebt und dabei (adiabatisch) abkühlt.

Die N.-Menge wird mit **Nieder-schlagsmessern** in mm (Wasser-höhe), die der gleichen Anzahl Liter je m² entsprechen, oder in engl. Zoll gemessen. Dazu wird der N. in einem zylindr. Auffang-gefäß durch einen Trichter in eine Sammelkanne geleitet und dann das Volumen mit einem in mm geeichten Meßglas bestimmt; einfachere Geräte messen nur die Wasserhöhe; fester N. wird vor dem Messen geschmolzen. Bei **Niederschlagsammlern** (*Tota-lisatoren*) schützt eine Ölschicht auf dem Wasser gegen Verdun-stung. Registriert wird der N. ent-weder mit Hilfe eines Schwim-mers im Sammelgefäß, das nach Füllung automatisch von einem Heber geleert wird, oder mit einer Waage (TAFEL Wetterkunde).



Niederschlags-messer (nach Tell-mann), Durch-messer 160 mm; a Auffanggefäß, b Unterteil, c Sam-melkanne.

Zur **künstl. Niederschlags-erzeugung** bringt man in unterkühlte Wolken Kohlen-säureschnee oder feinste Silberjodidkristalle, worauf der Anlagerungsvorgang rasch einsetzt.

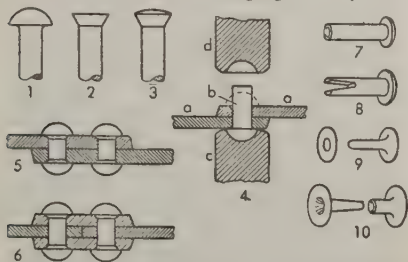
2) **CHEMIE**: der aus einer Lösung ausgefällte Stoff, → Fällung.

Niederschlagsverfahren, ein Metallgewin-nungsverfahren, bei dem sulfidische Blei-, Wismut- oder Antimonerze mit Eisen niedergeschmolzen werden; das unedlere Eisen bindet den Schwefel.

Niederspannung, im Unterschied zur → Hoch-spannung elektr. Spannung unter 250 V gegen Erde. Nach VDE werden elektr. Anlagen unter und über 1000 V unterschieden.

Niet, ein Verbindungselement aus zähem Stahl, Kupfer, Messing, Leichtmetall für vorwiegend auf Scherung beanspruchte Verbindungen. Der mit einem Kopf (Setzkopf) versehene zylindr. Niet-schaft wird durch die Löcher der zu verbindenden Teile gesteckt und bei der *Kaltnietung* durch Ham-merschlag mit Hilfe eines Kopfstempels (Schell-hammer oder Döpper) oder mit *Nietmaschinen* durch ruhenden Druck zu einem zweiten Kopf (Schließkopf) geschlagen. Kaltnietung wird nur bei nichtstählernen N. und bei dünnen Stahl-N., wenn Dichtthalten der Nietnähte nicht nötig ist, ange-

wendet. In allen anderen Fällen wird das Ende des Nietschafts erhitzt (*Warmnietung*). Beim *Blindnietverfahren*, einem Kaltnietverfahren mit Hohlنيeten für nur von einer Seite aus zugängl. Teile (bes. im



Niet: 1-3 *genormte Nietformen*; 1 *Halbrundniet*, 2 *Senkniet*, 3 *Linien-Senkniet*, 4 *Herstellung einer Nietverbindung*: a zu verbindende Bleche, b Niet, c Gegenhalter, d *Schellhammer* (Nietdöpper); 5-6 *Nietverbindungen*: 5 *Überlappungsnietung*, 6 *Laschnietung*; 7-10 N. in *Kartonagen- und Lederindustrie*; 7 *Hohlنiet*, 8 *Zweispitzenniet*, 9 N. mit *Vernietungsscheibe*, 10 *zweiteiliges Niet*.

Flugzeug- und Fahrzeugleichtbau) wird der Schließkopf durch Eintreiben oder Durchziehen eines Stiftes oder Werkzeugschaftes von der Setzkopfseite her gebildet. Bei N. für hohe Beanspruchung hat der Nietschaft am dem Setzkopf entgegengesetzten Ende tiefe Rillen; über diese wird ein Metallzylinder geschoben, der dann mit einem Druckluftwerkzeug gestaucht wird und dabei in die Rillen eingreift.

Bei *Überlappungsnietung* liegen die Teile übereinander, bei *Laschnietung* stoßen sie stumpf aneinander, und die Verbindung wird durch eine über beide Teile reichende Lasche hergestellt.

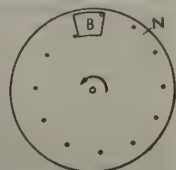
Nikotin, $C_{10}H_{14}N_2$, Pyridyl-N-Methylpyrrolidin, Hauptalkaloid der Tabakpflanze, starkes Gift, heute synthetisch herstellbar. N. erregt zunächst und lähmt dann die Ganglien des vegetativen Nervensystems und des Kreislauf- und Atemzentrums. „Roh-N.“ ist Schädigungsbekämpfungsmittel.

Nikotinsäure, β -Pyridindicarbonsäure, Abbauprodukt des Nikotins. N.-Amid ist ein Bestandteil der B-Vitamin-Gruppe und Wirkgruppe von dehydrierenden $\rightarrow$ Enzymen.

Niobium, *Niob*, Nb, in Frankreich, England und Amerika auch *Columbium*, Cb, chem. Element, Metall; Ordnungszahl 41, Massenzahl 93, Atomgewicht 92,906; Schmelzpunkt 2415°C , Siedepunkt 2900°C , Dichte $8,57\text{ g/cm}^3$. N. kommt in der Natur meist zusammen mit dem verwandten Tantal chemisch gebunden in Eisen-, Mangan- und Zinnerzen vor; für die Darstellung wichtig sind *Niobit*, *Tantalit*, $(\text{Fe}, \text{Mn})(\text{Nb}, \text{Ta})\text{O}_5$, die im Granit enthalten sind. Das auf umständl. Wege gewonnene *Oxid*, Nb_2O_5 , wird mit Aluminium ($\rightarrow$ Aluminothermie) reduziert, das legierte Aluminium durch Erhitzen im Vakuum entfernt. N. wird nur für einige Spezialzwecke (Legierungsanteil von Magnetstählen, in Atomenergieanlagen) verwendet. - N. und einige N.-Verbindungen werden bereits bei $9-23^\circ\text{K}$ supraleitend.

Nipkow, Paul, Ingenieur, * 1860, $\dagger$ 1940, erfand 1884 die *N.-Scheibe*, eine mit spiralförmig angeordneten Löchern versehene Scheibe, die bis 1943 neben elektron. Bildzerlegern als Zerlegungs- und Zusammensetzungsorgan beim $\rightarrow$ Fernsehen benutzt wurde.

Nippel, kurzes, durchbohrtes Verbindungsstück (Rohrstück) mit Innen- oder Außengewinde.



Nipkow-Scheibe (N). Die Scheibe dreht sich im Sinne des Pfeils, wobei der jeweils durch ein Loch auf das Bild B fallende Lichtstrahl dieses zeilenweise abtastet.

Niton, $\rightarrow$ Emanation.

Nitrate, die Salze der Salpetersäure, z. B. Kaliumnitrat, KNO_3 (Kalisalpeter).

Nitride, die Verbindungen des Stickstoffs mit Metallen, z. B. Magnesiumnitrid, Mg_3N_2 .

nitrieren, Nitrogruppen ($-\text{NO}_2$) in organ. Verbindungen einführen, meist durch Anwendung konzentrierter Salpetersäure mit oder ohne Zusatz von konzentrierter Schwefelsäure.

Nitriehärtung, Härtesteigerung der Oberfläche von Stahl durch Erwärmen in stickstoffabgebenden Mitteln wie Ammoniak und Zyanverbindungen bei 500°C , $\rightarrow$ härten.

Nitrierpapier, *Nitrierrohstoff*, eine Art gekreppten Seidenpapiers aus besonders gekochter und gebleichter Sulfizellulose, dient zur Herstellung von Sprengstoff und Zelluloid.

Nitrile, flüssige organ. Verbindungen, die die Zyangruppe $-\text{CN}$ an kohlenstoffhaltige Reste gebunden enthalten. Anfangsglied der Reihe ist das Methylcyanid oder *Azetotitril*, $\text{CH}_3\cdot\text{CN}$.

Nitrite, Salze der salpetrigen Säure.

Nitrobenzol, *Mirbanöl*, $\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{NO}_2$, wird aus Benzol durch Erwärmen mit einem Gemisch von Salpetersäure und Schwefelsäure gewonnen. Verwendung als Parfüm, bes. für billige Seifen.

Nitrofarbstoffe, künstl. organ. Farbstoffe, die ihre Farbe den Nitrogruppen im Molekül verdanken.

Nitrogelatine, *Sprenggelatine*, $\rightarrow$ Dynamit.

Nitroglycerin, Salpetersäureglyzerinester, $\text{CH}_2(\text{ONO}_2)\cdot\text{CH}(\text{ONO}_2)\cdot\text{CH}_2(\text{ONO}_2)$, wird durch Einwirken von Mischsäure (Schwefelsäure, Salpetersäure) auf Glycerin unter Kühlung hergestellt. N. explodiert sehr heftig bei Stoß, Schlag oder raschem Erhitzen ($\rightarrow$ Dynamit). Eine 1%e alkohol. Lösung von N. wirkt gefäßerweiternd und blutdrucksenkend.

Nitrometer, eine Bürette zur Untersuchung stickstoffhaltiger Stoffe.

Nitrosoverbindungen, organ. Verbindungen, die die einwertige *Nitroso*gruppe ($-\text{NO}$) enthalten, wie *Nitrosobenzol*, $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}$, und die *Nitrosamine*.

Nitroverbindungen, organ. Verbindungen, die eine oder mehrere *Nitro*gruppen, $-\text{NO}_2$, enthalten. Zu den N. gehören viele Explosivstoffe.

Nitrozellulose, *Nitrozellstoff*, Salpetersäureester der Zellulose, wird durch Einwirken von Mischsäure (Schwefelsäure, Salpetersäure) aus Zellulose hergestellt, ist explosibel oder mit heißer Flamme brennbar. Niedrig nitrierte N. ergibt *Kollodiumwolle* ($\rightarrow$ Kollodium), höher nitrierte N. führt zur *Schießbaumwolle*, Schießwolle (Pyroxilin), verwendet als rauchschwaches Schießpulver und Sprengstoff.

nkellieren, *VERMESSUNG*: $\rightarrow$ Höhenmessung.

NK, Abk. für *Neue Kerze* ($\rightarrow$ Candela).

Nm³, Abk. für *Normkubikmeter*, Volumeinheit für Gase, bezeichnet den Kubikmeter unter Normalbedingungen, d. h. bei 0°C und 760 Torr.

NN, Abk. für $\rightarrow$ Normal-Null.

Nobel, Alfred, schwed. Chemiker und Industrieller, * 1833, $\dagger$ 1896, erfand 1867 das Dynamit. Aus seinem gesamten Vermögen von 30,5 Mio schwed. Kronen errichtete er die *Nobelfstiftung*, von deren Zinsen seit 1901 jährlich 5 *Nobelpreise* (Physik, Chemie, Medizin oder Physiologie, Literatur, Friedenspreis) für die jeweils bedeutendsten Leistungen im Dienste der Menschheit verliehen werden.

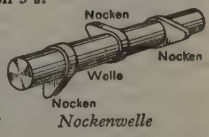
E. MEIER: A. N. (1954).

Nobelium, No, künstliches chem. Element aus der Reihe der $\rightarrow$ Transurane mit der Ordnungszahl 102. Das bisher in Spuren hergestellte Isotop No 254 hat eine Halbwertszeit von 3 s.

Nocken, kurvenförmig.

Erhebung an einer Welle oder Scheibe; die *N.-Welle*, eine mit solchen Erhebungen besetzte Welle, dient zur Steuerung der Ventile bei Verbrennungsmotoren.

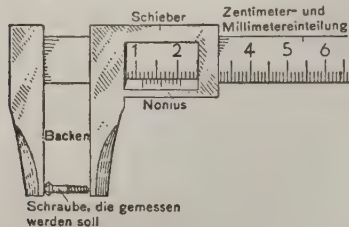
Nomographie, *MATHEMATIK*: Verfahren, um auf graphischem Wege gesuchte Größen zu ermitteln.



Nonius – Nukleinsäuren

Man entwirft dazu Funktionsskalen oder -leitern in Rechentafeln (*Nomogramme* oder *Fluchlinien-tafeln*), die in vielen Fällen die Tabellen ersetzen. P. LUCKY – W. FREUSCH: N. (1953).

Nonius, Hilfsteilung an Längen- und Winkelmeßgeräten zum Ablesen von Zehnteln der Einheiten der Hauptteilung. Der N. hat gewöhnlich zehn Teilstriche, die zusammen gerade so lang sind wie neun Längeneinheiten des Hauptmaßstabes. Man sucht den Teilstrich des Nonius, der mit einem des Hauptmaßstabes zusammenfällt, im *BILD* also der siebente. Dann liest man auf dem Hauptmaß-



Nonius: Schublehre mit Nonius (die Schraube ist 1,17 cm lang)

stab die ganzen (ungeteilten) Längeneinheiten ab und zählt die N.-Einheiten dazu.

Bei Winkelmeßgeräten sitzt der N. auf einer verschiebbaren Scheibe. Der Abstand zweier Teilstriche ist meist $2^{\circ}55'$. Die ganzen Einheiten werden auf dem Hauptmaßstab abgelesen, die N.-Einheiten dazugezählt.

nor... vor chem. Verbindungsamen bezeichnet eine um Methylgruppen oder eine Methylengruppe ärmere Grundsubstanz der betreffenden Verbindung; manchmal bei Verbindung mit einer Methylgruppe als Seitenkette auch die isomere Verbindung mit einer unverzweigten (normalen) Kohlenstoffkette.

Nordlicht, → Polarlicht.

Nordpol, 1) derjenige Schnittpunkt der Umdrehungsachse eines Himmelskörpers mit seiner Oberfläche, auf den blickend man den Körper sich entgegen dem Uhrzeiger drehen sieht. Gegenpunkt: **Südpol**. Der N. der Erde liegt mitten im Nördlichen Eismeer, das hier etwa 3000 m tief ist. Am N. geht die Sonne vom 21. März bis 23. Sept. nicht unter (**Nordpolartag**) und vom 23. Sept. bis 21. März nicht auf (**Nordpolarnacht**). 2) Magnetischer N. der Erde, → Erdmagnetismus.

Norit, ein Tiefgestein, das vorwiegend aus basischem Plagioklas und rhomb. Pyroxen besteht.

Normal, **Normalmaß**, **Etalon**, **Prototyp**, → Maßeinheiten.

Normale, eine auf einer Tangente oder Tangentialebene im Berührungspunkt senkrecht stehende Gerade (**Kurven-N.**, **Flächen-N.**).

Normalelektrode, leicht reproduzierbare Elektrode (Halbelement) mit bestimmtem elektrochem. Potential. Gebräuchlich sind die **Wasserstoffelektrode**, deren Potential nach Vereinbarung gleich Null gesetzt wird, und die **Kalomelektrode** mit einem Potential von 0,283 Volt gegenüber der Wasserstoffelektrode.

Normalelement, → galvanische Elemente.

Normalhöhe, **Normalschriftgröße**, **BUCHDRUCK**: → Schriftgrad.

Normal-Höhenpunkt, Abk. **NH**, **GEODÄSIE**: in ihrer Höhenlage gegenüber Normal-Null vermessene Punkte erster Ordnung.

Normalhorizont, die Ausgangsfläche für Höhenmessungen.

Normal-Null, abgek. **NN**, fälschlich **Normal-Nullpunkt**, die Ausgangsfläche für Höhenmessungen auf der Erdoberfläche, abgeleitet vom mittleren Meeresniveau, daher in den einzelnen Ländern verschieden; für Deutschland seit 1879 abgeleitet vom Mittelwasser des Amsterdamer Pegels.

Normaluhr, eine Präzisionsuhr, deren Zeitangabe Vergleichsgrundlage für andere Uhren ist.

Normenwandler, **Zeilenumsetzer**, **FERNSEHSENDTECHNIK**: ein Gerät, das eine → Fernschnorm in eine andere umwandelt.

Normung, das Aufstellen einer *Norm*, ist eine planmäßig durchgeführte Vereinheitlichungsarbeit, um eine rationelle Ordnung in Wissenschaft, Technik, Wirtschaft, Verwaltung u. a. herzustellen und eine technisch und wirtschaftlich unbegründete Mannigfaltigkeit zu beseitigen. Der Gegenstand kann in allen Einzelheiten (Abmessungen, Güte, Ausführung, Material; *Vollnorm*) oder nur in den Hauptabmessungen (*Typnorm*) gegeben sein.

Normzahlen, **Normungszahlen**, die Zahlen einer geometrischen Zahlenfolge, bei denen der Quotient zweier aufeinanderfolgender Zahlen $\sqrt[40]{10}$ ist; sie dienen zur Bildung von Größenreihen in der N.

Normzustand, **physikalischer N.**, der Zustand eines Gases bei 0°C und 1 atm (760 Torr); **techn. N.**, der Zustand bei 20°C und 1 at (735,56 Torr).

Notbremse, eine schnellwirkende Druckluftbremse, → Bremse.

Novae, **Neue Sterne**, meist sehr lichtschwache Fixsterne, die ihre Helligkeit durch einen plötzlichen, außerordentlich starken Lichtausbruch auf das 10000- bis 100000fache steigern, um dann zuerst schnell, dann immer langsamer im Laufe von Monaten in den früheren Zustand zurückzusinken. Bei einem Nova-Ausbruch steigt die Außentemperatur des Sterns auf 20000–50000 $^{\circ}\text{C}$; gleichzeitig werden große Gas Mengen mit hohen Geschwindigkeiten (bis 3000 km/s) in den Raum hinausgeschleudert. Der gesamte Energieverlust ist aber nur etwa 1:10000 des Energieinhalts des Sterns. – Die Ursache des Ausbruchs ist wahrscheinlich in atomaren Kräften zu suchen. Möglicherweise sind die N. bes. langperiodische Veränderliche, da man in neuester Zeit bei mehreren N. nach jahrzehntelanger Ruhe einen zweiten Ausbruch beobachten konnte. Die N. häufen sich im Kerngebiet des Milchstraßensystems. – **Supernovae** sind N., deren Lichtausbrüche noch tausendmal stärker sind; sie strahlen an einem Tag soviel Energie aus wie unsere Sonne in 40000 Jahren. Sie sind sehr selten; im Milchstraßensystem wurden bisher nur 3, in außergalaktischen Systemen ungefähr 100 beobachtet. Die bei einem Supernova-Ausbruch ausgestoßene Sternmaterie erreicht Geschwindigkeiten bis zu 10000 km/s. Der gesamte Energieverlust beträgt etwa 1 bis 10 %.

Nox, abgek. **nx**, Maßeinheit für die Dunkelbeleuchtungsstärke (→ Photometrie).

Np, chem. Zeichen für → Neptunium.

NRT, **N.-Reg.-T.**, → Registertonne.

NTSC, **FERNSEHEN**: Abk. für das **National Television System Committee** der Verein. Staaten. Das von diesem Komitee empfohlene Farbfernsehsystem wurde in den Vereinigten Staaten im Dez. 1953 angenommen. Bei diesem als **NTSC-System** bekannten Farbfernsehsystem werden gleichzeitig zwei Farbinformationen als Modulation eines Farbhilfsträgers innerhalb des Frequenzbandes für die Helligkeitsinformation übertragen.

nuklear, den Atomkern betreffend. **Nuklearphysik**, Kernphysik. – **Nuklid**, Atomkern. **Radionuklid**, instabiler, radioaktiver Atomkern.

Nukleinsäuren, bes. in den Zellkernen vorkommende Verbindungen von Phosphorsäure, Nukleinbasen und Kohlenhydraten. Die **Nukleinbasen** sind z. T. Purinderivate (Adenin, Guanin), z. T. Pyrimidinderivate (Zytosin, Uracil, Thymin). Das Kohlenhydrat ist eine Pentose (Ribose, Desoxyribose u. a.). **Mononukleotide** bilden die Bestandteile der Wirkgruppen von → Enzymen oder, wie die Adenylsäure, wichtige Zwischensubstrate des Zellstoffwechsels. **Polynukleotide**, die N. im engeren Sinne, sind die **Desoxyribonukleinsäure (DNS)** und die **Ribonukleinsäure (RNS)**, die Träger der genetischen Information bei allen zelligen Organismen und bei den Viren. Die DNS ist ein fadenförmiges

Makromolekül, dessen Fadenachse durch Phosphorsäure-Ester-Brücken zwischen benachbarten Zuckermolekülen (Desoxyribose) dargestellt wird. Am C_1 -Atom der Zuckermoleküle sitzt je eine der 4 Basen Adenin, Guanin, Thymin und Zytosin. Je zwei Fäden sind durch Wasserstoffbrücken miteinander verknüpft und zusätzlich gewandelt. Bei der RNS (Zucker-Ribose) tritt Uracil an die Stelle von Thymin. Weiteres → Molekulargenetik.

Nukleonen, KERNPHYSIK: die Kernbausteine Proton und Neutron.

Nukleotidasen, Enzyme, die spezifisch Nukleotide (→ Nukleinsäuren) zu spalten vermögen.

Null, Zeichen 0, neutrales Element der Addition. **Nullstellen** einer Funktion $f(x)$ sind diejenigen Zahlen, die, für das Argument x eingesetzt, den Funktionswert 0 ergeben. Die N.-Stellen einer Funktion $f(x)$ sind die **Wurzeln** der Gleichung $f(x) = 0$.

Nullachse, **Nulllinie**, → Biegung.

Nullinstrument, ein elektr. Meßinstrument mit dem Nullpunkt in Skalenmitte, das, in die Diagonale einer → Meßbrücke geschaltet, bei abgeglichener Brücke Null anzeigt (**Nullmethode**).

Null-Leiter, im Unterschied zu den **Außenleitern** eines elektrischen Stromkreises mit mehr als 2 Leitern der **Mittelpunktleiter**, der bei symmetrischer Belastung stromlos ist, kommt vor in Niederspannungsverteilungsnetzen, bes. in Dreileiter-Gleichstromnetzen und in Vierleiter-Drehstromnetzen. Er kann zur Nullung herangezogen werden.

numerische Maschinensteuerung, bei einer → automatischen Werkzeugmaschine die Gesamtheit der Steuerbefehle für die einzelnen Arbeitsgänge wie Einspannen, Wählen der Drehzahl, schrittweises Führen des Werkzeugs u. a. Die Befehle des Arbeitsprogramms stehen ziffernmäßig verschlüsselt auf einem Loch- oder Magnetband, das meist vorher von einem Rechenautomaten nach

Form, Maßen, Material u. a. des herzustellenden Werkstücks ausgearbeitet wurde.

Numerus, 1) Zahl, Ziffer. 2) eine gegebene oder gesuchte Zahl, deren Logarithmus bekannt ist.

Nurflügelflugzeug, eine Flugzeugbauform ohne Rumpf, bei der die Höhen- und Seitenwerke am Flügel angebracht und alle Lasten im Flügel untergebracht sind, hat stark gefeilt oder Dreiecksflügel und kleinstmöglichen Widerstand.

Nut, 1) längliche Vertiefung, in der z. B. ein Führungsstift gleitet, oder in die ein Keil eingesetzt wird; bei Gleitlagern dient sie zur besseren Schmiermittelverteilung. 2) Einschnitt an der Stirn- oder Längskante eines Brettes, in den ein passendes Gegenstück (Feder) eines anderen Brettes gesteckt wird.

Nutation, 1) die period. Bewegung der Figuren-achse eines → Kreisels um seine Drehimpulsachse. 2) die durch den 18,7jähr. Umlauf der Mondbahn-Knoten erzeugene periodische Verlagerung der Erdschase, die sich der → Präzession überlagert.

Nutsche, → Filter.

Nutzbremsung, die Bremsung durch Kurzschlußbremse (→ Bremse).

Nutzlast, 1) BAUSTATIK: die veränderl. oder bewegl. **Verkehrsbelastung** von Bauwerken (durch Personen, Einrichtungen, Wind, Schnee).

2) bei FAHRZEUGEN das Ladungsgewicht.

Nutzleistung, **Nutzeffekt**, TECHNIK: die nutzbare Leistung, die von einer Kraftmaschine nach außen abgegeben wird, ist um die **Leerlaufverluste** (Reibungsverluste innerhalb der Maschine) kleiner als die **indizierte Leistung**.

Nuvistor, → Elektronenröhre.

Nylon, durch Kondensation von Adipinsäure und 1,6-Hexamethyldiamin erhaltener Polyamid-Kunststoff sowie daraus hergestellte Chemiefasern. → Polyamide.

O

O, 1) Abk. für Osten. 2) chem. Zeichen für → Sauerstoff.

Oberfläche, 1) MATHEMATIK: die Gesamtheit der Raumpunkte eines Körpers, in deren unmittelbarer Nähe sich sowohl Punkte des Körpers als auch Punkte befinden, die nicht zu ihm gehören.

2) TECHNIK: die Begrenzungsfläche eines techn. Körpers, die gegenüber der ideellen geometrischen O. herstellungs- und werkstoffbedingte Formabweichungen zeigt. Zum Messen und Prüfen der O. wird von Oberflächenmeß- und -prüfgeräten entweder eine vergrößerte Abbildung eines O.-Profilschnittes aufgezeichnet (schreibende O.-Meßgeräte) oder auf einer Skala ein Zahlenwert der O.-Rauheit angezeigt. In Dtl. wird neben anderen Maßen vorzugsweise die Rautiefe nach DIN 4762 benutzt. – Die **Oberflächenbehandlung** dient dazu, die Oberfläche härter (→ härten) und chemisch widerstandsfähiger zu machen.

Oberflächenspannung, **Grenzflächenspannung**, wirkt bei Flüssigkeiten in der Grenzfläche gegen den Gasraum und sucht die Grenzfläche zu verkleinern; sie ist die Folge der gegenseitigen Anziehung der Flüssigkeitsmoleküle. Als Maß der O. definiert man die zur Vergrößerung der Oberfläche um 1 cm^2 notwendige Arbeit (spezif. freie Oberflächenenergie). Folgen der O. sind z. B. die Kugelform kleiner Tropfen und der Überdruck im Innern von Blasen. Gelöste Stoffe erniedrigen die O. stark, wenn sie in der Oberfläche angereichert werden (**oberflächen- oder kapillaraktive Stoffe**).

Oberflächenwellen, 1) Wellen an der Grenzfläche zwischen Flüssigkeit und Gas, bei deren Bildung vom Einfluß des Gases abgesehen werden kann. Bei den langwelligen **Schwerewellen** überwiegt als Richtkraft der Schwingungen die Schwerkraft,

die Flüssigkeitsteilchen laufen etwa auf Kreisbahnen senkrecht zur Oberfläche. Für die Entfaltung von kurzwelligen **Kapillar-** oder **Kräuselwellen** ist die Oberflächenspannung maßgebend. 2) die bei Erdbeben an der Erdoberfläche laufenden Wellen.

oberlastig, **topplastig**, ist ein Schiff, dessen Schwerpunkt so hoch liegt, daß die metazentrische Höhe (→ Metazentrum) zu klein wird, so daß Kentgefahr besteht.

Oberleitungs-Omnibus, **Obus**, **Trolleybus**, ein nicht schienengebundenes Nahverkehrsmittel (gleislose Bahn) zur Personenbeförderung, das von Elektromotoren angetrieben wird, die ihren Strom mit Stromabnehmern einer zweipoligen Oberleitung (550 bis 800 V Gleichspannung) entnehmen. Die Steuerung des Motors ist feinstufig ausgebildet; die Wicklungen des vielfach verwendeten Doppelkollektormotors werden zum Anfahren in Reihe und dann parallel geschaltet. Gebremst wird der O. durch eine Druckluftbremse, vielfach in Verbindung mit einer elektr. Widerstandsbremse oder auch mit einer Nutzbremsung in das Stromnetz, und durch eine mechan. Bremse.

Der O. kann den anderen Verkehrsmitteln seitlich um etwa 4,5 m von der Fahrdrahtmitte ausweichen, besitzt großes Beschleunigungsvermögen bei geräuscharmem Lauf des elektr. Antriebs (85–100 kW Leistung).

Oberschwingungen, **Oberwellen**, die 2., 3., ... Harmonische einer periodischen Schwingung oder Welle (→ harmonische Analyse).

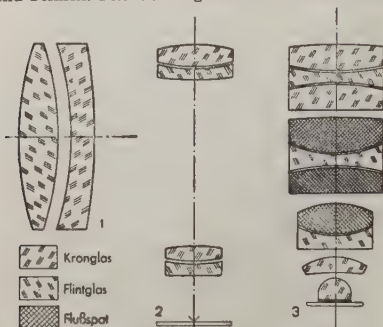
Obertöne, → Klang.

Oberwellen, → Oberschwingungen.

Objektiv, OPTIK: in zusammengesetzten opt. Geräten das dem Objekt zugewandte opt. System zur Erzeugung einer → Abbildung (Mikroskop,

Observatorium – Oktanzahl

Fernrohr), in projizierenden Geräten (→ Bildwerfer, Kamera) das Projektionssystem zwischen Objekt und Schirm. *Tele-O.* mit großer Brennweite dienen



Objektiv: 1 Fernrohrobjektiv vom Fraunhoferschen Typ. 2 Mikroskopobjektiv aus zwei Gliedern für mittlere Vergrößerung (etwa 150fach). 3 Starkes Mikroskopobjektiv, apochromatische Ölmmersion, für starke Vergrößerungen (etwa 1000fach). Drei Linsen sind zur Vermeidung der chromatischen Aberration aus Flußspat hergestellt.

für Fotoaufnahmen mit kleinem Gesichtsfeldwinkel. → Photographie.

Observatorium, wissenschaftl. Institut zur Beobachtung astronom., geophysikal. oder meteorolog. Vorgänge.

Obsidian, rasch und daher glasig erstarrte junge Ergußgesteine; meist schwarz oder grau, mit muscheligen Bruch.

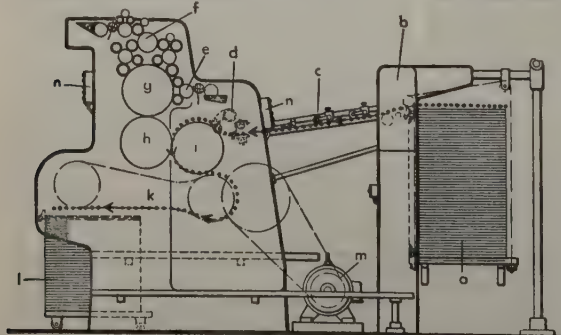
Obstaft, *Fruchtsaft*, wird durch Pressen gewonnen und durch Filtrieren, Zentrifugieren oder Schönen mit Eiweiß, Gelatine und Tannin geklärt. Er enthält neben Wasser Glukose, Fruchtzucker, Rohrzucker in Mengen von etwa 4–12%, Säuren, z. B. Apfelsäure, Weinsäure, Zitronensäure, etwa 0,3 bis 0,7%, geringe Mengen von Phosphorsäure und Kali sowie je nach Obstart wechselnde Mengen Vitamin C (Askorbinsäure).

Obus, Abk. für → Oberleitungs-Omnibus.

Ocker, erdiger gelber Brauneisenstein, oft mit Ton gemischt, wird, auch gebrannt und dann rot, als Farbe verwendet.

Oersted, abgek. *Oe*, Maßeinheit der magnetischen Feldstärke im elektromagnet. oder im Gaußschen Maßsystem. 1 Oe entspricht: $\frac{10^3}{4\pi} \frac{\text{A}}{\text{m}}$.

Ofenreise, METALLURGIE: die Dauer des un-



Einfarben-Offsetmaschine „Roland Parva“ (schematisch): a Papierstapel, b Bogenanleger, c Anlagetisch, d Vorgeißer, e Feuchtwerk, f Farbwerk, g Plattenzylinder, h Gummituchzylinder, i Druckzylinder, k Tiefstapelausleger, l Auslagestapel, m Antriebsmotor, n Druckknopfsteuerung, ... Weg des Druckbogens.

unterbrochenen Betriebes eines Ofens; heute durchschnittl. 6–8 Jahre.

Ofensau, *Sau*, erstarrte metallische Abscheidungen in metallurg. Öfen.

Öffnungswinkel, OPTIK: der Winkel der Randstrahlen eines Strahlenkegels mit einem Dingpunkt als Spitze und der Aperturblende als Basis.

Öffstdruck, ein Flachdruckverfahren, bei dem Schrift oder Bild auf einen mit einem Gummituch versehenen Zylinder und von diesem auf das Papier übertragen wird (*Indirektdruck*). Das hat den Vorteil, daß man auch auf rauhe Flächen drucken kann, da sich das Gummituch gut anschmiegt. Durch Drucken auf Papierrollen wird die Leistung der Maschine sehr gesteigert. Als Träger des Druckbildes werden meist Zink- oder Aluminiumplatten (*Aluminiumdruck*) verwendet, auf die das Bild photographisch, seltener als Zeichnung mit Fettkreide oder -tusche oder als Umdruck übertragen wird.

Ohm, Georg Simon, Physiker, * 1789, † 1854, zuletzt Prof. in München, fand 1826 den Zusammenhang zwischen Strom, Spannung und Widerstand (*Ohmsches Gesetz*) und baute die Theorie der Ober-töne aus.

Ohm, Zeichen Ω , ELEKTROTECHNIK: die Maßeinheit des elektr. Widerstandes, gleich 1 V/A, bis 1947 definiert als der Widerstand bei 0°C einer Quecksilbersäule von 14,4521 g Masse, konstantem Querschnitt und 106,300 cm Länge (Ω_{int}). Die neue Einheit wird mit Ω_{abs} bezeichnet; Umrechnungsfaktor 1 $\Omega_{\text{int}} = 1,00049 \Omega_{\text{abs}}$. Der prakt. Realisierung der Einheit dienen Normalwiderstände.

Ohmmeter, Gerät zum Messen elektr. Widerstände auf Grund einer Strommessung bei gleichbleibender Spannung, enthalten meist eine Trockenbatterie und zum Ausgleich des Nachlassens der Batteriespannung einen Stellwiderstand oder ein Kreuzspulinstrument.

Ohmsches Gesetz, 1) AKUSTIK: Das Ohr zerlegt jedes Tongemisch in die einfachen Töne, es verhält sich wie ein Klanganalysator.

2) ELEKTRIZITÄTSLEHRE: Das Gesetz, durch das die Beziehung zwischen Spannung U , Stromstärke I und Widerstand R bestimmt ist: $U = IR$. Für Wechselstrom gilt es formal in derselben Form: $I = \frac{U}{R}$, indem man 2 Gleichungen über die Beziehungen zwischen den Amplituden und den Phasen von Spannung und Strom in komplexer Schreibweise zu einer Gleichung zusammenfaßt.

Okklusion, METEOROLOGIE: Zusammenschluß von Warm- und Kaltfront (→ Front).

Oktaeder, ein → regelmäßiger Körper.

Oktant, 1) MATHEMATIK: jeder der 8 Teile, in die der ganze Raum durch ein dreiaxiges Koordinatensystem geteilt wird.

2) ASTRONOMIE: Sternbild am Südpol des Himmels.

3) NAUTIK: ein Winkelmessinstrument für die Schiffsortbestimmung (→ Sextant).

Oktanzahl, Kennzahl für die Klopffestigkeit eines Kraftstoffs, ist der prozentuale Anteil an Isooktan in einer Mischung aus dem klopffreudigen Normalheptan, C_7H_{16} , und dem klopffesten Isooktan (Trimethylpentan), C_8H_{18} , die die gleiche Klopffestigkeit ergibt wie der zu messende Kraftstoff. Die Klopffestigkeit wird in einem kleinen Motor mit verstellbarer Verdichtung durch ein Meßgerät (z. B. Springstab) er-

mittelt. Kraftfahrbenzin hat O. von 75 bis 85, Flugmotorenbenzin meist über 100.

Okular, eine dem Auge zugewandte Linse (Linsensystem) an opt. Instrumenten, die die unmittelbare Betrachtung des vom Objekt erzeugten Zwischenbildes ermöglicht. Das O. besteht meist aus *Augenlinse* und *Feldlinse* (Kollektiv). Beim *Huygensschen O.* liegt das Kollektiv vor, beim *Ramsdens O.* hinter dem Gesichtsfeld; letzteres wird oft für Meßzwecke verwendet.

Ölausbiß, an der Erdoberfläche merkbare Anzeichen einer Erdölagerstätte.

Öle, flüssige organ. Verbindungen, die spezifisch leichter als Wasser und in diesem unlöslich, dagegen in Äther, Benzin u. a. organ. Lösungsmitteln löslich sind. Man unterscheidet *fette Ö.* (→ Fette), *ätherische* oder *flüchtige Ö.* (→ ätherische Öle) und → Mineralöle. Aus Samen oder Früchten wird das Öl mit hydraul. Pressen (bis 600 atü) in den *Ölmöhlen* gewonnen. Beste Speiseöle erhält man durch kalte Pressung bei 100–300 atü. Der nach den Nachpressungen noch verbleibende Rest Öl (2–4 %) wird meist mit Lösungsmitteln extrahiert. Die Öle werden meist noch raffiniert, gebleicht, desodoriert.

Olefine, *Alkylene*, *Alkene*, die ungesättigten Kohlenwasserstoffe der allg. Formel C_nH_{2n} , enthalten eine Doppelbindung. Das einfachste O. ist das *Äthylen*. O. entstehen bei der katalyt. Dehydrierung von gesättigten Kohlenwasserstoffen und haben als techn. Ausgangsprodukte große Bedeutung.

Olein, → Ölsäure.

Oleum, → Schwefelsäure.

Ölfarben, Mal- und Anstrichfarben, die als Bindemittel trocknende Öle enthalten. Die Farbmittel sind unlösliche Pigmente (natürl. Erdfarben, künstl. Mineralfarben und Farblacke). Anstrichfarben enthalten mitunter Streckmittel wie Tonerdehydrat oder Schwerspat. Lack- oder Harzzusätze erhöhen die Glanzwirkung.

Ölheizung, eine → Heizung mit Ölfeuerung, ist sauber, staubfrei, ohne Rückstände, vollautomatisch regelbar. Der *Ölbrenner* besteht im wesentl. aus einer Ölpumpe, einem Luftgebläse mit andauernder elektrischer Zündung und einem gemeinsamen Motor, der Ölzerstäuberdüse und dem Druckregulierventil. Beim *Druckluftzerstäuber* wird das Öl bei geringem Druck durch Druckluft zerstäubt. *Dampfdruckerstäuber* mit einem Dampfdruck von 1–2 atü sind bes. für große Leistungen bei Hochdruckdampfkesseln geeignet. Beim *Rotationszerstäuber* wird das Heizöl in einem rotierenden Zerstäuberbecher oder -trichter versprüht und durch ein Zentrifugalgebläse gleichzeitig Verbrennungsluft zugeführt.

Olligodynamie, → Wasserreinigung.

Oligoklas, albitreicher Plagioklas, → Feldspat.

Oligozän, → Erdgeschichte.

Olivenöl enthält rund 70 % der Glyceride der Ölsäure und 25 % der Palmitin- und Stearinsäure. Technisch wichtig ist das *Baumöl* aus den bei der Speiseölgewinnung zurückbleibenden Preßkuchen sowie aus Kernen. Weitere Pressungen bei höherer Temperatur liefern das *Nachmühlenöl*, das als Maschinenöl, zur Wollfettung (*Lampantöl*) und für Seifen dient. Olivenkerne (Samen) liefern *Olivenkernöl* (*Panellöl*).

Olivin, *Peridot*, (Mg, Fe), SiO_4 , grünes rhombisches Mineral der basischen magmatischen Gesteine und der Meteorite. Klar durchsichtiger oder von feinen parallelen Kanälen durchzogener und dann katzenaugenartig schimmernder O. wird als Edelstein verwendet (*Chrysolith*).

Ölkautschuk, *Faktis*, Brsatz für Weichkautschuk, hergestellt durch Vulkanisation fetter Öle.

Ölumpumpen, *rotierende Ö.*, *Kapselpumpen*, werden oft als Feinvakuum- und Vorvakuumumpen zu → Diffusionspumpen und bei Molekularluftpumpen (→ Luftpumpe) beim Absaugen von Dämpfen, bes. als *Gasballastpumpen*, verwendet. Durch einen exzentrisch umlaufenden Rotor wird der Schöpfraum mit der Vakuumseite verbunden, später

wieder abgetrennt und verkleinert. Das durch die Verkleinerung verdichtete Gas wird durch ein ölüberlagertes Rückschlagventil in die freie Atmosphäre ausgestoßen. Erreichbares Endvakuum: einstufig: 10^{-3} Torr, zweistufig: 10^{-6} Torr.

Ölpest, die Verschmutzung der küstennahen Meeresgebiete durch unbrauchbares Öl, das von den Schiffen ins Meer gepumpt wird und durch Salzwasser verkrustet. Das Öl verklebt das Gefieder der Seevögel, die dadurch flugunfähig werden und zugrunde gehen.

Ölsäure, *Oleinsäure*, *Elainsäure*, $C_{18}H_{34}O_2$, findet sich als Glycerinester in fast allen Fetten, bes. in den fetten Ölen. Die Ö. gehört zu der Reihe der ungesättigten Säuren von der allg. Formel $C_nH_{2n-2}O_2$, die als *Ölsäurereihe* zusammengefaßt werden. Unreine O. (*Olein*) verwendet die Textilindustrie.

Ölschiefer, bituminöser Schieferthon, Sedimentgestein mit nichtflüssigen Kohlenwasserstoffen, aus dem durch Schwelung Öl gewonnen wird (Bitumengehalt 5 bis über 10 %), in schlecht durchlüfteten Meeres- oder Seebecken entstanden (Jura von Holzmaden, Eozän von Messel b. Darmstadt).

Ölstein, mit Öl benetzter feinkörniger Quarzstein zum Abziehen von Schneidwerkzeugen.

Ombré, Gewebe mit schattierender Farbstellung (*Farb-O.*) oder mit allmählichem Übergang von Schuß- und Kettbindungen (*Bindungs-O.*).

Ombrograph, Niederschlagsschreiber. *Ombrometer*, Niederschlagsmesser (→ Niederschlag).

Omega, griech. Buchstabe Ω , Zeichen für → Ohm.

Omega-Meson, → Mesonenresonanzen.

Omeganebel, ein Nebel aus leuchtender interstellarer Materie im Sternbild Sagittarius, gleicht in der Gestalt ungefähr dem griech. Buchstaben Ω .

Omegatron, ein Massenspektrometer (→ Massenspektrograph) nach dem Prinzip des → Zyklotrons. Aus der Resonanzfrequenz $f = \mu_0 e H / 2 \pi m$ läßt sich die Masse m der Teilchen mit der Ladung e berechnen (μ_0 = Induktionskonstante, H = magnet. Feldstärke). Verwendung bes. in der Gasanalyse.

Omphacit, *Omphazit*, → Pyroxene.

Önanthather, *Drusenöl*, *Weinhefööl*, ist zu 0,001 bis 0,003 % im Wein enthalten und wird durch Destillation von Weinhefe gewonnen. Er besteht hauptsächlich aus Äthyl- und Isoamylester der Kaprin- und Kaprylsäure und dient zur Herstellung von Weinbrandessenz. Künstl. Ö. wird durch Verestern der niedrigen Koksöfetsäuren mit Äthyl- und Amylalkohol hergestellt.

Önometer, ein → Aräometer zum Messen des Alkoholgehalts im Wein.

Onyx, → Achat.

Oolith, Gestein, vorwiegend aus kugelligen, schalig gebauten Körnern von Kalk oder Eisenverbindungen aufgebaut.

opak, undurchsichtig. *opakes Glas*, *Opakglas*, lichtundurchlässiges Trübgas für Glasfliesen, Wandplatten, Glasmosaik.

Opakilluminator, → Mikroskop.

Opal, 1) MINERALOGIE: amorphe wasserhaltige Kieselsäure $SiO_2 \cdot H_2O$, entsteht bei der Zersetzung von Silikaten durch heiße Wasser und scheidet sich als *Kieselsinter* aus heißen Quellen aus. *Hyalit* ist wasserklar, traubig. Der *edle O.* zeigt infolge feiner Sprünge und Schichtung schöne zarte Interferenzfarben; er ist ein Edelstein wie auch der feuerrote, etwas trübe *Feueropal*. Viele O. enthalten kristallinen Chalcedon. Versteuerte Hölzer bestehen meist aus O.; als Gestein tritt O. im Kieselgur und Tripel auf. (TAFEL Mineralien und Gesteine)

2) WEBEREI: feinfädiger Baumwollbatist mit stumpfem, milchig-weißem Aussehen, erzielt durch eine Spezialausrüstung (*opalsieren*).

Opaleszenz, die Streuung des Lichts in trüben Medien, in denen Teilchen von der Größenordnung der Lichtwellenlänge suspendiert sind. Da rotes Licht weniger gestreut wird als blaues, erscheinen (*opalsieren*) Medien mit O. (z. B. Opal, verdünnte Milch) im Gegenlicht rötlich, bei seitl. Beleuchtung vor dunklem Hintergrund bläulich-rötlich.



Olivin

Opalglas, lichtdurchläss. Trübglass mit einem dem natürl. Opal ähnl. Farbenspiel z.B. für Beleuchtungskörper.

Operator, MATHEMATIK: eine durch ein Zeichen dargestellte Vorschrift, die auf eine mathemat. Funktion eine Operation ausübt und sie dadurch in eine neue Funktion umwandelt. Wichtig sind die *Differential-O.* (z.B. d/dx , d/dy ... ordnen einer Funktion y die Größen dy/dx , dy/dy , ... zu), mit denen man in gewissem Umfang operieren kann wie mit Zahlen (*O.-Kalkül*, *Heaviside-Kalkül*); die Multiplikation (definiert als Nacheinander-Anwendung) von $O.$ erfüllt allerdings nicht mehr das Kommutativgesetz.

K. W. WAGNER: Operatorenrechnung (1950).

Opium, *Meconium*, *Laudanum*, der eingetrocknete Milchsafft des Schlafmohns, enthält etwa 25 verschiedene Alkaloide, darunter 5–15% Morphin, 1,5–12,5% Narkotin, 0,5–3% Kodein, 0,1–0,5% Papaverin, 0,3% Thebain, 0,2% Narzein. Die Alkaloide sind an Schwefelsäure, Milchsäure und Meconsäure gebunden. $O.$ ist ein Rauschgift. Medizinisch wird es als krampflösendes und schmerzlinderndes Mittel angewandt.

Opposition, → Aspekt.

Optik, 1) ursprünglich die Lehre vom sichtbaren Licht, allgemein die Physik aller diesem ähnlichen Strahlungen. In der $O.$ im engeren Sinne (Lichtlehre) umfaßt die *geometr. O.* alle Erscheinungen, bei denen der Wellencharakter des Lichtes vernachlässigt werden kann, also geradlinige Ausbreitung, → Reflexion, → Brechung. Sie operiert mit Strahlen als geometr. Linien, die bestimmte Abbildungen vermitteln (Abbildungstheorie von GAUSS und ABBE). Ihre Gesetze lassen sich als *Elektronen-O.* übertragen auf Probleme der Elektronen-Mikroskope usw. Die *physikal. O.* behandelt die Erscheinungen des Lichtes, die an seine Wellennatur geknüpft sind, die → Interferenz, → Polarisation, → Beugung. Zu ihr gehören ferner elektroopt., magnetoopt. und kristallopt. Erscheinungen (→ Magnetooptik, → Doppelbrechung, → Kristall); die sich ganz auf den Boden der → Maxwell'schen Theorie stellt, u. a. das Verhalten elektromagnetischer Wellen gegenüber Metallen beschreibt (*Metall-O.*) und schließlich auch die Ergebnisse der Quantentheorie berücksichtigend muß. Die *physiolog. O.* behandelt die Gesetzmäßigkeiten des Sehens.

A. SOMMERFELD: Vorlesungen über theoret. Physik, 4, O. (1959).

2) abgek. für ein → optisches System.

optische Aktivität, die Eigenschaft mancher fester Stoffe, Flüssigkeiten, Lösungen und Gase, die Schwingungsebene von polarisiertem Licht, das sie durchläuft, zu drehen (→ Polarisation). Rechtsdrehung liegt vor, wenn die Polarisationssebene, gegen die Fortpflanzungsrichtung des Lichtes gesehen, im Sinne des Uhrzeigers gedreht wird. *Razemate* sind opt. aktive Verbindungen, die rechts- und linksdrehende Formen gemischt in gleicher Menge enthalten und nicht drehen. Über Kennzeichnung opt. aktiver Verbindungen → Isomerie.

optische Aufheller, optische Bleichmittel, → bleichen.

optische Bank, → Bank.

optisches Modell, ein Kernmodell, → Kernphysik.

optische Systeme, Systeme aus mehreren → Linsen (*dioptrische oder Linsensysteme*) oder → Spiegeln (*katoptrische oder Spiegelsysteme*) oder beiden. Man unterscheidet in der Hauptsache → Objektive, → Okulare, → Kondensoren.

Optoelektronik, ein Grenzgebiet, in dem optische und elektron. Vorgänge miteinander verknüpft sind. Einfachste Beispiele sind Photozelle, Photowiderstand und Elektrolumineszenz-Zelle.

Optron, *Lichtspeicher*, optoelektronisches Gerät aus zwei Photowiderständen und einer Elektrolumineszenz-Zelle (BILD) zur Steuerung von Schaltvorgängen durch Licht. Ein auf einen auffallenden Lichtstrahl bewirkte Aufleuchten der Zelle e,

die sich dann durch Rückkopplung ständig leuchtend erhält. Trifft ein Lichtstrahl b, so sinkt die Spannung an e, die Zelle erlischt. Bei flächenhafter Ausbildung lassen sich *Bildverstärker*, *Bildwandler* und *Bildspeicher* herstellen.

Orangenöl,

Orangenschalenöl, *Pomeranzöl*, ein äther. Öl, das durch Pressung aus den Schalen der süßen (*Portugalöl*) und bitteren Orange gewonnen und in der Likör- u. Limonadenindustrie gebraucht wird. *Orangenblütenöl* ist wichtig für die Parfümerie.

Ordinalzahl, *Ordnungszahl*, ein beliebiger Repräsentant aus einer Klasse von ähnlichen wohlgeordneten Mengen (→ Menge). Sie entspricht bei einer endl. Menge umkehrbar eindeutig deren → Kardinalzahl. → Zahl.

Ordinate, *Ordnatenachse*, → Koordinaten.

Ordnung, → Gruppe, → Kurve, → Menge.

Ordnungszahl, 1) *Atomnummer*, die Stellenzahl eines chem. Elements im → Periodischen System der Elemente, ist gleich der Kernladungszahl oder Protonenzahl des Atomkerns. 2) → Ordinalzahl.

Ordovizium, → Erdgeschichte.

Organdy, glasbaltartig ausgerüsteter und in zarten Pastellönen gefärbter oder bedruckter Kleider- und Blusenstoff aus Baumwolle oder Reyon.

organogen heißen Gesteine, die vorwiegend aus pflanzl. oder tier. Resten aufgebaut oder durch die Tätigkeit von Organismen entstanden sind.

Organogramm, Modell der Nachrichtenverarbeitung im lebenden Organismus (→ Kybernetik).

Organumöl, span. *Hopfenöl*, *Dostenöl*, ein äther. Öl, das hauptsächlich Carvacrol enthält. Es erinnert geruchlich an Thymianöl und wird in der Parfümerie und Kosmetik verwendet.

Organzin, Kettseide aus mehreren vorgedrehten (= filierten) Gräftefäden, die in entgegengesetzter Richtung verzwirrt (= mauliniert) werden.

Orion, Sternbild am Äquator mit den beiden hellen Sternen α (Beteiguze) und β (Rigel) sowie den drei nebeneinander liegenden Sternen δ , ϵ , ζ , die den Gürtel des O. (*Jakobsstab*) bilden. Süd. des Gürtels liegt der *Orionnebel* sichtbar.

Orkan, der höchste Stärkegrad des Windes, Windstärke 12, entspricht einer Geschwindigkeit von 120–130 km/h. Spitzenwerte über 300 km/h sind in trop. O. schon beobachtet worden; in mittleren Breiten kommen in den Strahlströmungen in 8–12 km Höhe Geschwindigkeiten bis über 500 km/h vor.

Orlean, roter Farbstoff zum Färben von Lebensmitteln aus der Samenschale von *Bixa orellana*, enthält das rote *Bixin* u. a.

Orlon, Handelsname für Chemiefasern aus Polyakrylnitril, → Kunststoffe.

Ornithin, Diaminovaleriansäure, entsteht aus dem Eiweißbaustein Arginin (Guanidin-Aminovaleriansäure) und kommt als Eiweißabbauprodukt im Harn als gepaarte Verbindung mit Benzoesäure (Dibenzoyloronithin = *Ornithursäure*) vor.

Orogenese, großräumiger Gebirgsbildungsvorgang, der sich als Bruchbildung oder Faltung äußert und Schollen gegeneinander verschiebt. Die Lagerungsformen geben Auskunft über die orogenen Vorgänge nach Raum und Zeit. Sedimentationslücken in der stratigraphischen Abfolge erlauben ihre zeitliche Einordnung. Unterschieden werden:

kaledonische Phasen Silur,

variskische Phasen Oberdevon-Perm,

alpidische Phasen Jura-Tertiär.

O. verändern das Gefüge der Kruste tiefgreifend, weiträumig und bringen Dehnungen mit Bruchbildung, Verwerfungen, Grabeneinsenkungen (*germanotyp*) oder Einengungen mit Faltungen, Überschiebungen und Deckenbildung (*alpinotyp*).

Orsat-Apparat, → Rauchgasprüfer.

Ort, BERGBAU: Abbaustelle.

Orthikon, ein elektronischer Bildzerleger für die Aufnahme von Fernsehbildern, bei dem die Speicherelektrode mit einem langsamen Elektronenstrahl abgetastet wird. In einem evakuierten Zylinder, Glasbolzen *K* (Bild) trägt eine dünne, durchsichtige Isolierplatte *G* auf der Vorderseite eine durchscheinende Silberschicht *S*, auf der Rückseite die lichtelektrisch wirksame Mosaiksicht *M*, auf die das

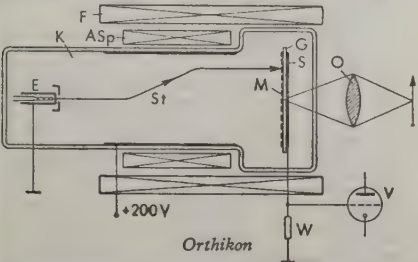


Bild mit einem Objektiv *O* durch die Silberschicht hindurch abgebildet wird. Bei Belichtung entsteht ein der Lichtverteilung entsprechendes Ladungsbild auf der Mosaiksicht dadurch, daß die einzelnen Mosaikteilchen zusammen mit der Silberschicht kleine Kondensatoren bilden. Gegenüber der Mosaikselektrode sendet die Elektronenkanone *E* einen Elektronenstrahl *S_t* aus, der durch ein System von Ablenkspulen *ASp* zeilenweise über das Ladungsbild geführt wird. Die Fokussierungsspule *F* bildet den Elektronenstrahl auf der Mosaiksicht punktförmig ab, wo dieser nacheinander die einzelnen Mosaikteilchen entlädt und dabei entsprechende Ausgleichsstromstöße und Spannungen am Widerstand *W* erzeugt. Diese Bildsignale werden im Verstärker *V* verstärkt und dem Fernsehsender zugeführt.

Das Superorthikon, Orthikon mit Vorabbildung, Bildorthikon, Zwischenbildorthikon oder Imageorthikon genannt, ist die Vereinigung eines O. mit einem →Bildwandler und einem Elektronenvervielfacher.

ortho..., vor chem. Bezeichnungen: → Chemie, Abschnitt Nomenklatur.

Orthodrome, NAUTIK, NAVIGATION: die kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten auf einer Kugel, Teil eines Großkreises, wird bei größeren Entfernungen von Schiffen und Flugzeugen der Loxodrome vorgezogen (orthodromischer Kurs).

Orthogesteine, kristalline Schiefer, die aus →Eruptivgesteinen hervorgegangen sind. Den Paragesteinen liegen Sedimente (→Gesteine) zugrunde.

Orthogonal, rechtwinklig, rechteckig. Da für paarweise aufeinander senkrecht stehende Vektoren (*o. Vektoren*) die Skalarprodukte je zweier unter ihnen gleich null sind, nennt man auch eine Folge von Polynomen *o.*, wenn das Produkt je zweier Polynome, integriert über den betrachteten Bereich der Variablen *x*, gleich null ist. Auch allgemeinere (transzendente) Funktionen können in diesem Sinne Orthogonalsysteme bilden.

Orthoklas, →Feldspat.

Orthophenylphenol, *o*-Hydroxydiphenyl, dient in Form der wasserlöslichen Natriumverbindung zum Desinfizieren der Schalen von Zitrusfrüchten.

orthotrope Platten, STAHL- und STAHLBETONBAU: Platten, die in zwei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen verschiedene Steifigkeiten haben, angewandt bes. beim Brückenbau. Da auf

das Fahrbahnblech ein Belag von nur etwa 5 cm Dicke aufgebracht wird, werden geringste Brückengewichte erzielt und so größte Spannweiten wirtschaftl. möglich.

Ortsbestimmung, →Navigation.

Ortstein, humose Eisenverkitung in Sandböden.

Ortszeit, die für alle Orte auf gleichem Längengrad geltende →Zeit.

Ortung, 1) LUFT- und SEEFAHRT: Festlegung eines gesuchten Ziels nach Entfernung und Richtung durch optische Messung, Funkmeßtechnik oder Peilen.

2) BERGBAU: die Festlegung von Punkten unter Tage durch Vergleichung mit Punkten über Tage.

Orzin, 5-Methyl-Resorzin, färbt sich ähnlich dem Phenol durch Verunreinigungen (Luft) leicht rot. *O.* ist Bestandteil von Inhaltsstoffen von Flechten. — *Orzein*, ein rotbraunes Pulver, entsteht aus *O.* in ammoniakal. Lösung; es ist der färbende Bestandteil von Lackmus und Orseille. Orzein dient zum Färben von Mikroskop. Präparaten sowie von Lebensmitteln; mit Metallen ergibt es purpurne bis violette Farbflecke.

Osmium, *Os*, chem. Element, Platinmetall, Ordnungszahl 76, Massenzahlen 192, 190, 189, 188, 186, 187, 184, Atomgewicht 190,2, Schmelzpunkt 2500°C, Siedepunkt etwa 5500°C, Dichte 22,5 g/cm³, der schwerste bekannte Stoff, ist ziemlich hart und spröde. Es kommt mit den anderen Platinmetallen in Platinerzen vor, wird durch Säuren nicht angegriffen, sondern bleibt als Metallpulver oder als Legierung mit Iridium (*Osmiridium*) zurück. Durch Glühen in reinem Sauerstoff oder durch Erhitzen mit Chlor unter Zusatz von Kochsalz können *O.* und seine Legierungen aufgeschlossen werden.

O. wird in Legierung mit anderen Platinmetallen bei der Herstellung besonders harter Teile, Füllfederspitzen und elektrischer Kontakte, verwendet.

osmophile Gruppen, die in Reichstoffen den Geruch bedingenden chem. Gruppen wie —OH, —C=O, —CHO, —NO₂ u. a.

Osmose, der Austausch von gelösten Stoffen durch eine durchlässige Wand (tier. Haut, Tonwand) hindurch, die zwei verschiedene Lösungen voneinander trennt. Bei *Diosmose* ist die Wand für die gelösten Stoffe beider Seiten durchlässig, bei *einseitiger O.* (*Endosmose*, *Exosmose*) nur für einen von beiden (halbdurchlässige, semipermeable Wand). — Trennt die Wand zwei chemisch gleiche Lösungen verschiedener Konzentration, so erfolgt ein allmählicher Konzentrationsausgleich. Ist auf der einen Seite reines Lösungsmittel, so geht der Ausgleich ebenfalls in beiden Richtungen vorstatten; ist die Wand für den gelösten Stoff nicht durchlässig, so wandert immer mehr Lösungsmittel in die Lösung, bis in dieser ein hydrostatischer Höchstdruck herrscht, der ebensoviele Lösungsmittel wieder hinausdrückt, wie durch *O.* hineingelangt. Dieser Gleichgewichtsdruck heißt *osmotischer Druck*. Er ist von der Konzentration in gleicher Weise abhängig wie der Gasdruck vom Volumen (oder der Konzentration des Gases) und nimmt mit steigender Temperatur wie dieser zu (PREFETTER, 1877); d. h. für Lösungen gilt das ideale Gasgesetz (→Gas). In der *Pfefferschen Zelle* zur Messung des osmot. Druckes steigt die Flüssigkeit im Steigrohr durch Eindringen des Lösungsmittels so lange, bis ihr Gewicht, bezogen auf die Flächeneinheit, dem osmot. Druck das Gleichgewicht hält. — Der Stoffwechsel der tier. und pflanzl. Zellen erfolgt hauptsächlich durch *O.*

Ostwald, Wilhelm, Chemiker, * 1853, † 1932, Prof. in Leipzig, entdeckte 1888 das Verdünnungsgesetz, das die elektrolyt. Dissoziation aus der Konzentration der Lösung ableitet, erforschte die chem. Reaktionsgeschwindigkeit und die Katalyse und entwickelte eine Farbenlehre. 1909 Nobelpreis.

G. OSTWALD: W. O. (1953).

Oszillation, Schwingung.

Oszillator, 1) THEORET. PHYSIK: ein schwingendes physikal. System, meist vereinfacht ein harmonisch oder anharmonisch schwingender Massen-

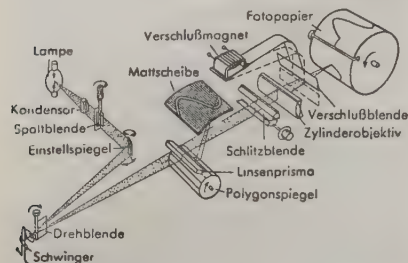
Oszillograph – Oxydationsverhinderer

punkt, eine ebenso schwingende Punktladung oder dgl.

2) in Sendern und Überlagerungsempfängern eine Röhrenschaltung mit Schwingungskreis und Rückkopplung zur Erzeugung von Schwingungen.

Oszillograph, elektr. Meßgerät zum Sichtbarmachen und Aufzeichnen schneller elektr. Schwingungsvorgänge.

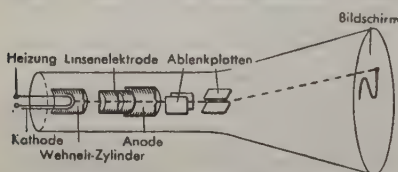
Beim **Lichtstrahl-O.** wird in einem ölgedämpften Schwinger ein feines Spiegeln, das an einer stromführenden Drahtschleife (**Schleifen-O.**), einer Spule oder einem kleinen Drehmagnet befestigt ist,



Oszillograph 1: Strahlengang in einem Hochleistungs-Lichtstrahl-Oszillographen

aus seiner Nullage elektromagnetisch abgelenkt. Ein von dem Spiegel abgelenkter Lichtstrahl zeichnet auf einen ablaufenden Fotopapierstreifen die Kurve und meist auch Zeitmarken auf; ein Teil des Lichtstrahles zeichnet gleichzeitig ein Mattscheibenbild.

Beim **Kathodenstrahl-O.** werden die Elektronenstrahlen einer → Braunschen Röhre mit einer Linsenelektrode auf den Leuchtschirm punktförmig abgebildet. Damit ein Kurvenzug zustande kommt,



Oszillograph 2: Kathodenstrahl-Oszillograph, Einzelstrahlröhre (schematisch).

muß der Strahl sowohl nach der Meßwertänderung als auch zeitproportional abgelenkt werden. Die magnetische Ablenkung wird meist für Sonderzwecke, z. B. Funkmeßtechnik, angewandt, weil man das hier erwünschte kreisförmige Diagramm in einfacher Weise durch Zeitablenkung mit einem Spulensystem erzeugen kann. Bei der elektrost. Ablenkung durch an zwei gekreuzte Plattenpaare gelegte Spannungen erhält man rechtwinklige Koordinaten. Die die Zeitablenkung liefernde Spannung wird im Zeitkreis, einer Kondensator-Röhrenschaltung, gewonnen. Die Frequenz der Zeitablenkspannung (Kippfrequenz) ist in weiten Grenzen (z. B. 3 Hz ... 200 kHz) veränderbar.

Mehrere voneinander abhängige Vorgänge stellt man durch rasche elektronische Umschaltung von dem einen Vorgang auf den anderen oder einfacher mit **Zwei- und Vierstrahl-Kathodenstrahl-O.** dar.

Sofort sichtbare Aufzeichnungen ergeben **Schnellschreiber** mit Meßverstärker und Drehankermeßwerk, bei denen eine Schneide oder eine erhitzte Nadel auf Papier mit Wachüberzug schreibt oder metallisiertes Papier von der Zeigerspitze durch Funkenüberschlag beschrieben wird. Beim **Lichtpunktlinienschreiber** schwärzt ein intensiver Ultraviolett-Lichtstrom einer Quecksilberdampf-Hochdrucklampe ein photograph. Spezialpapier, das keiner Entwicklung bedarf. Beim **Strahlschreiber** lenkt

das Meßwerk ein haarfeines umgewinkeltes, in einer Düse endendes Glasröhrchen ab, durch das ein feiner Flüssigkeitsstrahl auf präpariertes Papier spritzt und chemisch die Schrift hervorruft.

J. CZECH: O.-Meßtechnik (1959).

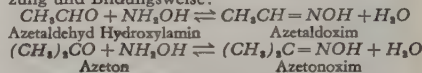
Ottomotor, ein → Verbrennungsmotor.

Overdrive, ein Zusatzgang zu einem Kraftfahrzeuggetriebe, der bei höherer Geschwindigkeit selbsttätig geschaltet wird und der die Motordrehzahl herabsetzt.

Oxalsäure, **Athandisäure**, **Kleesäure**, **COOH-COOH**, die einfachste organ. Dikarbonsäure, kommt als saures Kaliumsalz im Sauerklee (**Kaliumtetroxalat**, **Kleesalz**), als Kalksalz (**Kalziumoxalat**) in vielen Pflanzen und im Harn vor. Technisch wird sie aus ihrem Alkalisalz gewonnen. Die O. und einige ihrer Salze werden in der Druckerei, Färberei, Bleicherei und in der Photographie verwendet.

Oxid, **Oxyd**, chem. Verbindung eines Elements mit Sauerstoff. Nach der Zahl 1, 2, 3, 4, 5 der Sauerstoffatome je Formeleinheit des O. spricht man von **Monoxid**, **Dioxid**, **Trioxid**, **Tetroxid**, **Pentoxid**. In einem **Sesquioxid** sind je 2 Atome eines Elements mit 3 Atomen Sauerstoff verbunden. Wissenschaftlich wird das O. durch Ziffern für die Wertigkeitsstufe bezeichnet, z. B. Kupfer(II)-oxid. **Suboxide** sind O. sehr niedriger, anomaler Oxydationsstufen mancher Elemente. **Peroxid**, **Superoxid**, früher für einzelne hochwertige Metalloxide üblich, bezeichnet heute Abkömmlinge des Wasserstoffperoxids, die die Peroxy-Gruppe, **-O-O-**, enthalten.

Oxime, **Isonitrosoverbindungen**, Kondensationsprodukte von Hydroxylamin mit Aldehyden (**Aldoxime**) oder Ketonen (**Ketoxime**). Zusammensetzung und Bildungsweise:



Oxin, → **Oxychinolin**.

Oxoniumverbindungen, salzartige Additionsprodukte von Sauerstoffverbindungen und Säuren, die ihrer Zusammensetzung nach den Ammoniumverbindungen an die Seite zu stellen sind.

oxy..., bei chem. Verbindungen: sauerstoffhaltig; im engeren Sinne bei organ. Verbindungen: ein Derivat, das durch Eintritt von OH-Gruppe(n) an Stelle von H (Wasserstoff) entstanden ist, z. B. **Oxybenzol** = **Phenol**.

Oxychinolin, **Oxin**, wird als Desinfektionsmittel und in der Metallanalyse als Reagens verwendet. Es ist außerdem Muttersubstanz weiterer Desinfektionsmittel.

Oxyd, → **Oxid**.

Oxydasen, sauerstoffübertragende, oxydierende → Enzyme, die bei vielen tier. und pflanzl. Stoffwechselvorgängen eine Rolle spielen. **Peroxydasen** können erst in Gegenwart von Peroxiden, vorzugsweise Wasserstoffperoxid, ihre Wirkung entfalten.

Oxydation, **oxydieren**, ursprünglich die chem. Vereinigung von Elementen oder Verbindungen mit Sauerstoff. Sie kann als Verbrennung lebhaft und unter Selbsterhitzung (z. B. Kohle, Schwefel) oder auch langsamer bis fast unmerklich bei gewöhnl. Temperatur verlaufen. Als O. gilt auch die Wegnahme von Wasserstoff aus Verbindungen (→ **Dehydrierung**). Da bei vielen O. die Elemente ihre Ladungsstufe erhöhen, sagt man allgemeiner: Ein Stoff wird oxydiert, wenn ein darin befindliches Element einen positiven Zuwachs an seiner Wertigkeit, seiner Ladungsstufe erfährt, seine **O.-Stufe**, seinen **O.-Grad**, erhöht, oder Elektronen abgibt. **Oxydationsmittel** sind Stoffe mit besonderer Fähigkeit, Elektronen aufzunehmen und die O.-Stufe anderer Stoffe zu erhöhen. Dazu gehören z. B. Sauerstoff, manche Oxide und sauerstoffreiche Verbindungen, freie Halogene wie Chlor u. a. m.

Oxydationsverhinderer, **Antoxydantien**, **Inhibitoren**, Zusatzstoffe, die organ. Verbindungen vor einer Veränderung durch Angriff des Luftsauerstoffs schützen; sie werden z. B. Kraftstoffen, Mineralölen

Ölalterung, Fetten (Ranzen), Kunststoffen zugesetzt. Als O. dienen bes. arom. Oxy- und Amino-Verbindungen. Ihre Wirkung besteht in einem Kettenabbruch der Oxydationsreaktionen, wobei sie sich aber meist selbst verändern und erschöpfen.

Oxydationszone, der oberhalb des Grundwassers liegende und der Oxydation und Verwitterung ausgesetzte Teil von Erzlagertstätten. Die Erze, meist Sulfide und Oxide, gehen dort in Hydroxide, Karbonate und Sulfate über. Beim Absinken in das Grundwasser setzen sich die Sulfate mit frischen Erzen um, wobei es zur Ausfällung von Sulfiden edlerer Metalle und von gediegenen Edelmetallen kommt (*Anreicherungs- oder Zementationszone*).

Oxydometrie, Methode der →Maßanalyse.

Oxydul, bei mehrwert. Elementen veraltet für das Oxid des Elements der niederen Wertigkeit.

Oxyliquit, mit flüssigem Sauerstoff oder sauerstoffreicher flüssiger Luft getränkte brennbare Stoffe, z.B. Holzmehl, Kohlepulver, Torf, für Sprengungen im Bergbau oder bei der Rodung von Baumstubben. Die Explosion wird lediglich durch die hohe Sauerstoffkonzentration bewirkt.

Oxysäuren, organ. Säuren, die außer der Karboxylgruppe $-COOH$ die Hydroxylgruppe $-OH$ enthalten.

P

P, chem. Zeichen für →Phosphor.

p, 1) Abk. für →Pond. **2)** kernphysikal. Zeichen für Proton.

Pa, chem. Zeichen für →Protaktinium.

Paarzeugung, Paarvernichtung, KERNPHYSIK (TAFEL Kernphysik I): ein Beispiel für die Umwandbarkeit von →Elementarteilchen. Ein Lichtquant genügender Energie kann sich in dem Feld eines Atomkerns in ein Elektronenpaar, ein negatives und ein positives Elektron, umwandeln. Die Mindestenergie muß die doppelte Ruhenergie ($= 2m_0c^2$, m_0 Elektronenmasse, c Lichtgeschwindigkeit) übersteigen. Die Wahrscheinlichkeit für die P. kann man mit der Diracschen Wellengleichung berechnen. In Umkehrung des Erzeugungsprozesses können sich positive und negative Elektronen wieder vereinigen. Sie rekombinieren und hören damit auf zu existieren; ihre Energie wird von zwei Lichtquanten übernommen. Ähnlich können Proton-Antiproton-Paare, Mesonenpaare u.a. entstehen oder verschwinden.

Paarspektrometer, Gerät zum Bestimmen der Energie von Gammaquanten aus den Koinzidenzen von Elektronen und Positronen, die in einer dünnen Materiefolie durch Paarzeugung gebildet und durch ein Magnetfeld in gegensinnigen Kreisbahnen abgelenkt werden.

Packfaschinenbau, eine zum Uferschutz und bei Buhnen und Deichen angewandte Bauweise, bei der →Faschinen dicht nebeneinander schichtenweise verlegt und unter sich und mit dem Untergrund durch Bandwürste und Pfähle fest verbunden werden. Beim **Packwerk** wird jede Lage mit einer Kies- oder Steinschicht beschwert und die oberste Lage durch Pflaster oder Rauhwerk geschützt.

Packlage, STRASSENBAU: ein Unterbau oder eine Tragkonstruktion für Straßenfahrbahndecken. **Setz-P.** wird von Hand aus möglichst pyramidenförmigen Steinen, mit Spitze oder Schneide nach oben, dicht im Verband gesetzt, die Zwischenräume oben mit kleinen Steinen verzwickelt und festgewalzt. **Schütt-P.** besteht aus geschüttetem Gestein, dessen Zwischenräume mit kleinem Gestein gefüllt werden. Sie wird festgewalzt oder mit Vibrationswalzen oder sonstigen Vibratoren eingerüttelt.

Packungsanteil, die relative Abweichung des Isotopengewichts von der ganzzahligen Massenzahl (→Massendefekt). Dabei wählt man das Atom des

Oxytocin, ein Hormon des Hypophysenhinterlappens, veranlaßt die Gebärmutter zu Kontraktionen. O., ein Peptidhormon, besteht aus 8 Aminosäuren in teilweise ringförm. Verknüpfung. Die Synthese gelang 1954 DU VIGNEAUD (Nobelpreis 1955).

Ozokerit, **Erdwachs**, Mineralgemenge von Paraffinen, weiß bis braun, weich, wachsähnlich, derb, häufig zusammen mit Erdöl.

Ozon, dreiatomiger Sauerstoff, O_3 , bildet sich aus gewöhnl. Sauerstoff bei Einwirkung von energiereichem (ultraviolett) Licht, von elektr. Entladungen, von sehr hohen Temperaturen, bei langsamer Oxydation von Phosphor an feuchter Luft u. a. chem. Vorgängen. Im Ozonisator erhält man bis zu 15 % O. in Sauerstoff durch kalte elektr. Entladungen. O. reizt die Atmungsorgane heftig und wirkt in größerer Konzentration giftig. Es ist das stärkste aller bekannten Oxydationsmittel, zerstört viele organ. Verbindungen und lagert sich an Doppelbindungen in ungesättigten Kohlenwasserstoffen unter Bildung explosiver Ozonide an. Die →Atmosphäre enthält etwa $1-3 \cdot 10^{-6}$ Volumprozent O.

O. dient zum Bleichen von Mehl, Fetten, Ölen, Zellstoff, Textilien, zum Desodorieren sowie zum Desinfizieren von Gebrauchswasser, zur Fleischkonservierung im Kühlraum.

Sauerstoffisotops ^{18}O als Massennormal mit dem willkürlich festgesetzten Wert 16,00000 und setzt seinen P. gleich Null.

Padding, 1) eine Färb- und Appreturmaschine (*Foulard*), **2)** ein leinwandbindiger Walzenzugstoß.

Paläontologie, die Lehre von den Versteinerungen, den fossilen Lebewesen, die vor Beginn der Jetztzeit (Holozän) gelebt haben und in Sedimentgesteinen erhalten geblieben sind. Mit den fossilen Tierresten befaßt sich die **Paläozoologie**, den Pflanzenresten die **Paläophytologie**. →Mikropaläontologie.

Paläozän, →Erdgeschichte.

Paläozoikum, →Erdgeschichte.

Paletten, **Hubplatten**, dienen zum gleichzeitigen Verladen mehrerer Einzelstücke. Die P.-Füße sind so ausgebildet, daß die Gabeln eines Gabelstaplers die P. an allen Seiten aufnehmen und bewegen können.

Palladium, **Pd**, chem. Element, Platinmetall; Ordnungszahl 46, Massenzahlen 106, 108, 105, 110, 104, 102, Atomgewicht 106,4; Schmelzpunkt $1555^{\circ}C$, Siedepunkt $4000^{\circ}C$, Dichte $11,97 g/cm^3$. P. ist verhältnismäßig selten, kommt vor in Platin-, Gold-, Silber- und Nickelerzen. P. ist von mäßiger Härte und dehnbar; das Reflexionsvermögen des polierten Metalls ist besser als das von Silber. Man versteht daher Scheinwerferreflektoren und auch Silberschmuck gelegentlich mit einem P.-Überzug, der Glanz und Korrosionsfestigkeit erhöht. Vor allem in Staubform („P.-Mohr“) oder in kolloidaler Lösung absorbiert P. große Mengen Wasserstoff (bis zum 3000fachen des Eigenvolumens) und führt ihn z.T. in atomaren Wasserstoff über; P.-Katalysatoren dienen daher zur Wasserstoffanlagerung. Wegen seiner Durchlässigkeit für Wasserstoff benutzt man P. zur Regelung des Vakuums in Röntgenröhren mit kalter Kathode. – Legierungen aus Silber, P., auch Gold, werden für Zahnersatz, elektr. Kontakte, Spindnuten und für Füllfederspitzen verwendet. – Die Verbindungen des P. sind ohne techn. Bedeutung. – Jährlich wird rd. 1 t P. bei der Nickelaffination gewonnen.

Palmitinsäure, $C_{16}H_{32}O_2$, bildet neben der Stearinsäure als Glycerid den Hauptbestandteil der meisten Fette, bes. reichlich im Palmfett. Sie wird aus Palmöl gewonnen und ist Hauptbestandteil der Stearinkerzen. Ester der P. mit einwertigen höheren

Palmöl – Papierformate

Alkoholen sind Wacharten. *Palmitin* ist das Triglycerid der P.

Palmöl, Palmfett, Palmbutter, Fett aus dem Fruchtfleisch der Ölpalme, dient zur Herstellung von Seifen und Kerzen und zur Gewinnung von → Karotin.

Panama, in Würfelbindung (Mattenbindung) hergestelltes Gewebe.

Pantograph, → Storchschnabel.

Pantothenäure, weitverbreiteter Wirkstoff aus der Gruppe der B₅-Vitamine, Bestandteil des für den Stoffwechsel wichtigen Ko-Enzyms A.

Panzer, geländegängiges, bemanntes, durch → Panzerplatten gegen Infanteriewaffen und Splitterwirkung, sowie in begrenztem Maße gegen Panzer- und Panzerabwehrkanonen gesichertes Kettenfahrzeug. Antrieb durch Dieselmotor.

Panzerplatte, Stahlblech für die Bewehrung von Kriegsschiffen, Geschütztürmen u. a., 25 bis 40 cm dicke Platten mit einer Grundplatte aus zähem Schmiedestahl und einer aufgeschweißten Vorderseite aus Hartstahl (Compoundplatten).

Papain, eiweißspaltendes Enzym aus dem Milchsaff des amerikanischen Melonenbaumes (*Carica papaya*), wird zur Verkürzung der Fleischreife, zum Eiweißabbau in Getränken, zur Wundbehandlung und in Zahnpasten verwendet.

Papaverin, im Durchschnitt zu 0,4 % im Opium enthaltendes Alkaloid, dessen salzsaures Salz als krampflösendes Arzneimittel verwendet wird.

Papier entsteht durch Eigenverklebung und Verfilzung von Pflanzenfasern, meist von Holz (Fichte, Tanne, Kiefer, Pappel, Espe, Buche, Birke, Kastanie), auch Getreidestroh, Esparto- oder Alfagras, Bambusrohr, Zuckerrohrabfällen, Altpapier, gelegentlich auch von Lumpen und Linters. Die Rohstoffe werden mechanisch zerfasert, chemisch aufgeschlossen, gebleicht, gewaschen und mit Füllstoffen, Leim und Farben versetzt. *Füllstoffe* sind mineral. Stoffe wie Kaolin, Talkum, die die Poren ausfüllen und die Oberfläche ebenen sollen. *Geleimtes P.* ist tintenfest. Manche P. haben ein → Wasserzeichen.

Der P.-Brei durchläuft den *Sandfang*, eine ab-

fallende Rinne mit mehreren Windungen, in der sich der Sand absetzt, den *Knotenfänger*, in dem der Stoff durch enge Schlitzte gedrückt wird, die *Stoffschleudern*, die eine letzte Reinigung bewirken, und gelangt in die Vorratsbütte, wo er gleichmäßig gerührt wird. Von dort wird er entweder mit einer viereckigen, mit Drahtgewebe bespannten Schöpf-form *handgeschöpft* (nur noch selten; *Büthen-P.*) oder durch die Stoffpumpe der P.-Maschine zugeführt.

Auf der *Langsiebmaschine* fließt der dünne Faserstoff (1 Teil Fasern auf 100–200 Teile Wasser) auf ein endloses, annähernd waagrecht laufendes Metalltuch (*Siebpartie*). Unter dem letzten Teil des Langsiebes wird das Wasser durch Saugkästen abgesaugt. Das ganze Sieb wird durch einen Schüttelbock in kräftige schüttelnde Bewegung versetzt, so daß die Fasern gut verfilzen. Mit der Gautschpresse wird die P.-Bahn zwischen Walzen leicht ausgepreßt und vom Sieb abgehoben. Die folgende *Presspartie* entwässert sie bis auf 55–65 % Wasser. In der *Trockenpartie* wird die Bahn über vielen dampf-beheizten Zylindern langsam getrocknet. Ein Koll-zylinder kühlt die trockene heiße P.-Bahn ab, ein Glättwerk glättet sie, der Längsschneider beschneidet die Seiten und zerlegt die Bahn in einzelne schmale Bahnen, und der Rollapparat rollt diese schließlich auf.

Bei der *Rundsiebmaschine* tauchen umlaufende Siebzylinder in den P.-Brei. Der Stoff setzt sich außen fest, das Wasser wird seitlich abgelassen. Oben wird die P.-Bahn durch einen Filz abgenommen und der Gautschpresse zugeführt. Vom gleichen Filz können P.-Blätter von mehreren Rundsieben zugleich abgenommen und zu einer gemeinsamen Bahn vereinigt werden (Herstellung von *Pappen* und *Kartons*).

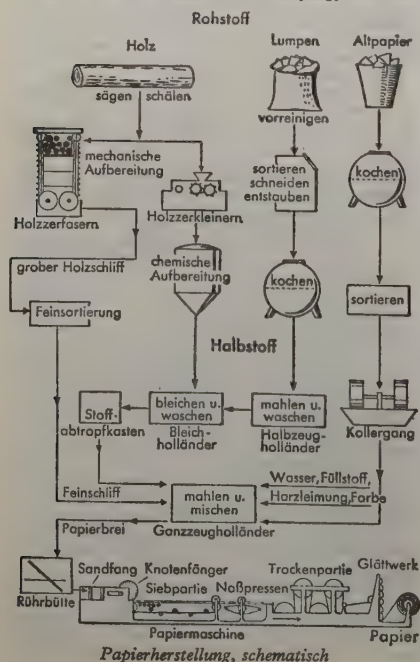
Das fertige P. kann durch Aufspritzen von Farbstofflösungen oder Eintauchen in solche *gefärbt* werden. Kunstdruck-P. und Pergament-P. werden → satiniert. Durch *Gaufrieren* können Muster eingepreßt werden. Das *Kreppen*, bes. von dünnem P., geschieht direkt auf der P.-Maschine, auch nachträglich auf der Kreppmaschine. Manche P. erhalten Lackanstriche.

Papierchromatographie, Verfahren zur Verteilungsanalyse (*Kapillaranalyse*) von Gemischen meist organ. und anorgan. Verbindungen. Das gelöste Substanzgemisch wird auf einen Filtrierpapierstreifen gebracht, der mit einem Ende in ein Lösungsmittelgemisch gehängt wird. Dieses wird von dem Papier aufgesogen, wobei es die einzelnen Stoffe des Substanzgemisches je nach ihren Löslichkeitsverhältnissen verschieden schnell transportiert. Kurz bevor das Lösungsmittel das Ende des Streifens erreicht hat, entwickelt man das *Chromatogramm* durch Besprühen mit Reagentien, die die nun getrennten Stoffe als farbige Flecken erscheinen lassen.

F. CRAMER: P. (1962).

Papierformate, die 1922 vom Normenausschuß eingeführten Formate (DIN-Formate). Grundform ist das Format A₀, dessen Fläche 1 m² ist, bei einem Seitenverhältnis 1:√2. Die Formate einer Reihe gehen durch Halbierung der größeren Bogenseite aus dem größten Bogen hervor.

Die Formate der Reihe A gelten als Fertigformate für Druckpapiere, ferner für Akten, Briefe, Zeichnungen u. a., die Reihen B und C als davon abhän-



Papierherstellung, schematisch

Formatbezeichnung	Reihe A mm	Reihe B mm	Reihe C mm
0	841 × 1189	1000 × 1414	917 × 1297
1	594 × 841	707 × 1000	648 × 917
2	420 × 594	500 × 707	458 × 648
3	297 × 420	353 × 500	324 × 458
4	210 × 297	250 × 353	229 × 324
5	148 × 210	176 × 250	162 × 229
6	105 × 148	125 × 176	114 × 162
7	74 × 105	88 × 125	81 × 114
8	52 × 74	62 × 88	57 × 81

gig (Briefumschläge). – Ältere Formate sind *Kanzleiformat* (33 × 42 cm) und *Folio* (21 × 33 cm).

Papiermaché, eine bildsame Masse, die durch Auflösen von Altpapier in Wasser unter Zusatz von Leimlösung, Gummi oder Stärke, Gips, Kreide, Schwespat oder Ton hergestellt, in geölte Formen gepreßt und bei höherer Temperatur getrocknet wird.

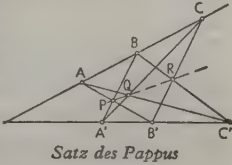
Papin, Denis, französ. Physiker, * 1647, † 1712, wirkte in Paris, London, Marburg und Kassel, erfand 1681 den *Dampfkochtopf* mit Sicherheitsventil und baute 1690 die erste atmosphär. Dampfmaschine, später auch eine direktwirkende Dampfmaschine.

Pappe, aus mehreren Lagen feuchten Papierstoffs auf der Pappenmaschine oder durch Zusammengautschen mehrerer Bahnen auf mit 6–8 Rundsieben arbeitenden Papiermaschinen hergestelltes dickes, festes Papier. Die gewöhnl. *Graup.-P.* aus Weißschliff, die festeren *Braunholz-* oder *Leder-P.* aus Braunschliff, die gelblichen *Stroh-P.* aus Strohstoff. *Well-P.*, ein Verpackungsstoff, besteht aus einem billigen Papier als Zwischenlage mit festen glatten Papieren als Decke und Unterlage.

Pappenguß dient zur Herstellung nahtloser Behälter, z. B. Schachteln, aus Papierbrei, der durch hoch erhitzte Druckluft in Siebformen geblasen wird; diese haben das genaue Format des Behälters.

Pappus, Satz des:

Auf zwei sich schneidenden Geraden seien je drei, vom Schnittpunkt verschiedene Punkte festgelegt: A, B, C und A', B', C'. Die kreuzweisen Verbindungsstrecken schneiden einander in drei Punkten P, Q, R.

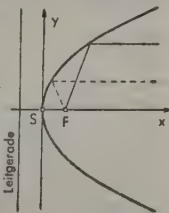


Satz des Pappus

Diese drei Punkte liegen auf einer Geraden.

Papryolin, Papier, das zur besseren Haltbarkeit mit einem Textilgewebe verklebt ist.

Parabel, ein → Kegelschnitt ohne Mittelpunkt. Alle Punkte einer P. haben von einem festen Punkt, dem *Brennpunkt* der P., und von einer festen Geraden, der *Leitgeraden* der P., jeweils den gleichen Abstand. Den Abstand des Brennpunkts von der Leitgeraden nennt man die *Parameter* p der P. Der *Scheitel* S der P. ist der Mittelpunkt des Lotes vom Brennpunkt auf die Leitgerade. Spiegelt man einen vom Brennpunkt F ausgehenden Strahl an der P., so verläuft der gespiegelte Strahl parallel zur Strecke FS. In einem kartesischen Koordinatensystem, dessen Ursprung in S liegt und dessen x-Achse den Brennpunkt F enthält, läßt sich die P. beschreiben durch die Gleichung $y^2 = 2px$.



Parabel

Paraboloid, eine → Fläche 2. Ordnung (Quadr.). Nach den Kurven 2. Ordnung, die sich bei Schnitten mit Ebenen ergeben, unterscheidet man das *elliptische* und das *hyperbolische* P. Ein Sonderfall des ellipt. P. ist das Rotations-P., das durch Rotation einer Parabel um ihre Achse entsteht.

Paraffine, Methankohlenwasserstoffe, *Grenzkohlenwasserstoffe*, die gesättigten → Kohlenwasserstoffe von der Formel C_nH_{2n+2} . Ein Gemisch der festen, blättrig-kristallinen Kohlenwasserstoffe ist das als *Paraffin* in den Handel kommende Produkt. Die bekanntesten Glieder der P.-Reihe sind Methan, CH_4 , Äthan, C_2H_6 , Propan, C_3H_8 , die Butane, C_4H_{10} , Pentane, C_5H_{12} , Hexane, C_6H_{14} , Heptane, C_7H_{16} , Oktane, C_8H_{18} , das höchste dargestellte Glied ist das Hexakontan, $C_{60}H_{122}$. Die P. finden sich im Erdgas (Methan), in bestimmten Erdölen und seinen Destillaten, in den Destillationsprodukten von Holz,

Torf, Ölschiefer, Braunkohle und Steinkohle (Methan), im Asphalt und Erdwachs. Außerdem fallen sie bei der Kohleverflüssigung nach dem Bergius- und Fischer-Tropsch-Verfahren an. Aus dem Paraffin des Handels werden Kerzen hergestellt, ferner wird es zum Imprägnieren der Zündhölzer, als Konservierungs- und Isoliermaterial verwendet.

Paragenese, das Zusammenkommen von Mineralien bei der Gesteinsbildung oder im Anschluß an diese aus wasser- und fluorreichen Restmagmen und -lösungen.

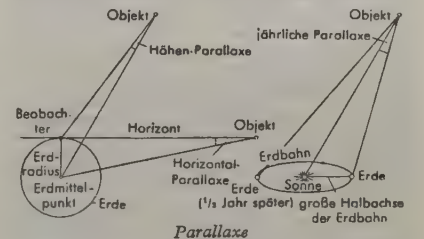
Paragesteine, → Orthogesteine.

Paragonit, → Glimmer.

Paraldehyd, trimeres Acetaldehyd (CH_3CHO). **paralisch** heißen die Ablagerungen an den Randsäumen alter großer Faltegebirgsbögen.

parallaktische Aufstellung, die Aufstellung astronomischer Fernrohre in der Weise, daß die eine Drehachse (die Stundenachse) nach dem Himmelspol weist. Ein Uhrwerksantrieb führt das Fernrohr der Himmelsbewegung nach. Die zweite Achse des Fernrohrs liegt in der Ebene des Himmelsäquators.

Parallaxe, der Winkel zwischen 2 Linien, die von verschiedenen Standorten auf der Erdoberfläche aus nach dem gleichen Punkt gerichtet sind; er dient in der Astronomie zur Bestimmung der Entfernung eines (der Erde nahen) Gestirns. *Höhen-P.* heißt der Winkel, unter dem vom Gestirn aus der Erdradius zum Beobachtungsort erscheint. Steht das Gestirn im Zenit, so ist sie gleich Null, steht es im Horizont, so hat sie ihren größten Wert (*Horizontal-P.*). *Fixstern-P.*, der Winkel, unter dem von einem Fixstern aus der Erdbahnhälfte er-



Parallaxe

scheint; er beträgt für den uns nächsten Stern Proxima Centauri 0,765", für den Sirius 0,371". Bei $P < 0,01''$ wendet man indirekte Methoden der Entfernungsbestimmung an.

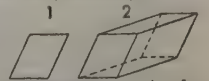
parallel, gleichlaufend, heißen zwei Geraden (*Parallelen*), wenn sie sich in der affinen Ebene nirgends schneiden (*Parallelismus*); ähnlich zwei Ebenen oder eine Ebene und eine Gerade im affinen Raum. *Parallelenaxiom*, → Euklid, → Geometrie.

Parallelepiped, *Parallelfach*, das → Parallelotop im Raum.

Parallelkreis, gleichbedeutend mit Breitenkreis (→ Breite).

Parallelogramm, → Parallelotop.

Parallelotop, 1) IN DER EBENE (zweidimensional): ein Stück der Ebene, das von zwei Paaren paralleler Geraden begrenzt wird (*Parallelogramm*); 2) IM RAUM (dreidimensional): ein Teil des Raumes, der von drei Paaren paralleler Ebenen begrenzt wird; analog in höherdimensionalen Räumen.



Parallelotop: 1 in der Ebene (*Parallelogramm*), 2 im Raum (*Parallelepiped*).

Parallelspektive, → Projektion.

Parallelplattenzähler, ein von zwei parallelen Metallplatten mit geringem Abstand gebildetes Elektroden-system, das in einem mit organ. Dämpfen und Edelgas gefüllten Raum eingeschlossen ist. Legt man an die Platten Spannungen von einigen tausend Volt, so bilden sich zwischen ihnen kleine Elektronenlawinen oder elektr. Fünken aus, wenn geladene Teilchen den Plattenzwischenraum durch-

Parallelschaltung – Passung

setzen. Der P. wird zum Nachweis und zur scharfen Ortsmarkierung von geladenen Teilchen verwendet, da der Funke an der Durchgangsstelle des Teilchens aufleuchtet.

Parallelschaltung, Nebeneinanderschaltung, eine elektr. Schaltung, bei der alle Stromerzeuger oder -verbraucher parallel an der gleichen Spannung liegen.

Parallelverschiebung, in der euklid. Geometrie die einfachste → Bewegung; grundlegender Begriff der → Riemannschen Geometrie.

Paramagnetismus, ein Magnetismus, den alle Stoffe mit atomarem magnet. Moment besitzen (→ Elementarmagnete). Paramagnet. Stoffe zeigen im äußeren magnet. Feld infolge Ausrichtung der atomaren magnet. Momente entgegen der Wärmebewegung eine von der Temperatur abhängige Magnetisierung in Feldrichtung. → Curiesches Gesetz.

Parameter, MATHEMATIK: 1) bei Kegelschnitten die Sehne, die senkrecht zur Hauptachse durch einen Brennpunkt geht. 2) Zahl, die die einzelnen Elemente einer → Schar voneinander unterscheidet. 3) → Kurve.

Parametron, nicht-lineare elektr. Schaltung zum Verstärken und für ziffernmäßige (digitale) Schalt- und Speicherkreise, z. B. in → Rechenautomaten. In einem Schwingkreis wird unter Energiezufuhr entweder die Kapazität oder die Induktivität periodisch so verändert, daß Schwingungen mit der Hälfte der Veränderungs-(Pump-)frequenz angefaßt werden (Subharmonische). Bei der digitalen Anwendung werden die binäre 0 und 1 durch die Phasenlage der angefaßten Schwingung dargestellt. Schnelle P.-Schaltkreise können mit Halbleitern aufgebaut werden, deren spannungsabhängige Sperrschichtkapazität verändert wird: Pumpfrequenz 10^{10} Hz, Schaltfrequenz bis 10^6 Hz.

Parität, QUANTENTHEORIE: eine Quantenzahl zur Klassifikation von Zuständen oder Elementarteilchen. Die P. eines Zustandes kann +1 oder -1 sein, je nachdem die → Wellenfunktion Ψ (τ) ihr Vorzeichen behält oder wechselt, wenn man die Ortskoordinaten r durch $-r$ ersetzt, d. h. also wenn man den Raum spiegelt. Die Vorstellung, daß die Natur und der Naturablauf symmetrisch in bezug auf links und rechts sein müßte, daß also zu jedem Gegenstand auch sein Spiegelbild in der Natur realisierbar sein sollte, hatte in der Quantentheorie zu dem Satz von der Erhaltung der P. geführt. Die Physiker YANG und LEE haben jedoch 1957 gezeigt, daß bei „schwachen“ Wechselwirkungen (z. B. K-, π - und μ -Mesonenzerfall, β -Zerfall) die P. nicht erhalten bleibt (Nobelpreis 1957). Die Tatsache der Nichterhaltung der P. zeichnet in der Natur einen bestimmten Schraubensinn aus.

Parkbahn, die Umlaufbahn eines Erdsatelliten, von dem aus eine Raumsonde gestartet wird.

parkerisieren, Eisenteile in eine Lösung von Phosphat tauchen, wodurch sich auf der Oberfläche eine feine Schicht Eisenphosphat bildet. → bondern.

Parkett, ein Fußbodenbelag aus natürlich gewachsenem Holz in Stab- oder Tafelform, meist aus Eiche, Buche, Kiefer. Die Parkettstäbe (Riemen) werden mit Nut und Feder (gefedert) auf Blindboden verdeckt genagelt verlegt oder mit Kaltklebmasse auf Zementestrich geklebt. Klein-, Mosaik-, Lamellen-P. wird zu Tafeln verleimt hergestellt.

Parsek, Parsec, abgek. pc, die Entfernungen eines Sterns mit einer Fixsternparallaxe von 1 Bogensekunde. 1 P. = 206265 große Halbachsen der Erdbahn = 3,26 Lichtjahre = $3,0833 \cdot 10^{18}$ cm.

Partialbrüche entstehen durch Zerlegung eines Bruches mit zusammengesetztem Nenner; Beispiel $\frac{5}{12} = \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{6}$, wobei die Nenner Primzahlen oder Primzahlpotenzen sind.

PAS, Abk. für Para-Aminosalizylsäure, deren Natriumsalz zur Tuberkulosebehandlung dient.

Pascalsches Dreieck, das von PASCAL aufgestellte Zahlenschema:

Durch Addition zweier nebeneinanderstehender Zahlen erhält man die in der Lücke darunter befindliche Zahl. Die Zahlen der $(n+1)$ ten Reihe sind die Binomialkoeffizienten (→ Binom) von $(a+b)^n$.

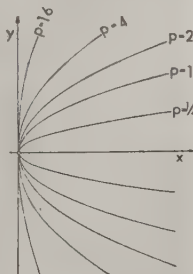
Passage-Instrument, Durchgangsinstrument, ein astronomisches Instrument zur Zeitbestimmung. Das P. besteht aus einem Fernrohr mit einer horizontalen Drehachse in Ost-West-Richtung; die Fernrohrachse liegt in der Meridianebene. Der Meridiandurchgang eines Sterns wird mit einem bewegl. Spinnfadensystem auf dem → Chronograph aufgezeichnet. Da in diesem Moment die Sternzeit gleich der geraden Aufsteigung des betr. Sterns ist, ist bei Kenntnis der letzteren die Zeitbestimmung möglich (bis auf etwa 0,01 s).

Passat, eine in weiten Teilen der Tropen vorherrschende sehr beständige östl. Luftströmung (4–8 m/s), die sich in reiner Form nur auf den Meeren entwickelt und in den unteren Schichten durch die Erdrotation und die Bodenreibung etwas nach der äquatorialen Tiefdruckrinne abgelenkt wird, auf der Nordhalbkugel also aus NO, auf der Südhalbkugel aus SO weht. Der Abschluß der meridionalen P.-Zirkulation (mit Absinken in der P.-Region, Aufsteigen in der äquatorialen Tiefdruckrinne) vollzieht sich zum größten Teil durch die wandernden Störungen der außertrop. Westdrift.

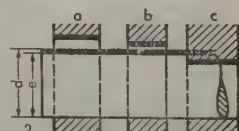
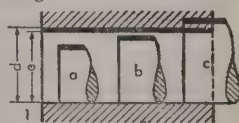
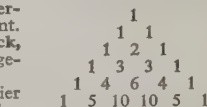
Passivität, Ausbildung einer Art oxidischer Schutzschichten mit höherer chemischer Beständigkeit auf Metallen; tritt von selber auf Chrom und Nickel ein. Eisen passiviert sich nur dauerhaft durch Legieren mit Chrom und Nickel (rostfreier Stahl).

Passung, das Maßverhältnis zweier zugeordneter, vorzugsweise runder Maschinenteile. Bewegungssitze (z. B. Zapfen im Lager) werden nach der Beweglichkeit, d. h. dem Sitz zwischen der größeren Bohrung und dem kleineren Wellendurchmesser unterteilt in

Schiebesitz, Gleitsitz und Laufsitz; bei letzterem ist das Spiel am größten. Zu den Ruhesitzen (z. B. Welle und Radnabe) gehören, entsprechend dem Unterschied zwischen dem größeren Wellendurchmesser und der kleineren Bohrung („Übermaß“) der Preßsitz, Preß-P. (mit größtem Kraftaufwand aufeinandergepreßte Teile) mit dem größten Übermaß, der Festsitz, der Treibsitz und der Hafstsitz. Innerhalb dieser Paßsysteme unterscheidet man bei DIN-Passungen entsprechend der zugrunde gelegten Toleranz folgende Gütegrade: Edel-P. (geringste Paßtoleranz) für feinmechan. Geräte, Fein-P. für Maschinen- und Motorenbau (gebräuchlichste P.), Schlicht-P. für Kraftwagen- und



Parameter: Parabeln mit der Gleichung $y^2 = 2px$, dargestellt für verschiedene Parameter p .



Passung 1: oben Einheitsbohrung; Welle a und b mit Spiel (Bewegungssitze), Welle c mit Übermaß (Ruhesitz). Kleinmaß der Einheitsbohrung = Nennmaß. Unten Einheitswelle; Bohrung a und b mit Spiel (Bewegungssitze), Bohrung c mit Übermaß (Ruhesitz). Großmaß der Einheitswelle = Nennmaß. Die schwarzen Flächen stellen die Toleranzgebiete dar, e Kleinmaß, d Großmaß.

Lokomotivbau, *Grob-P.* (mit größter Toleranz) für Landmaschinen und Bagger. Bei der international einheitl. *ISA-P.* (ISA = International Federation of the National Standardizing Associations), müssen die Teile mit bestimmter Genauigkeit hergestellt sein; an Stelle der Gütegrade treten 16 Qualitäten.

Pastellstifte, Farbstifte (→ Bleistift), bei denen Farbstoffpulver unter Zusatz von Bindemitteln mit Kreide, Bleiweiß, Gips oder Ton zu einer breiigen Masse vermischt, gepreßt und getrocknet werden.

pasteurisieren, Getränke (Wein, Bier, Milch) haltbarmachen durch Erhitzen auf 65–85°C (30 bis 1 min), wodurch die meisten Mikroorganismen abgetötet werden (PASTEUR, 1822–1895).

patentieren, Wärmebehandlung von Stahldraht vor dem Ziehen, wobei man den auf 850 bis 1100°C erwärmten Draht in einem Bleibad von 400 bis 550°C abkühlt.

Patina, durch Einwirkung von Chemikalien entstehende Oberflächenschicht auf Metallen. *Natürliche P.* aus basischem Kupferkarbonat oder basischem Kupfersulfat entsteht durch Einwirkung der Luft; *künstliche P.* wird mit Ammoniumsalzen oder feuchtem Kohlendioxid, Essigsäure oder Pflanzensäuren erzeugt.

Patrize, *Vaterform*, Stempel mit positivem Bild zur Herstellung der Matrize.

Patrone, 1) **WAFFENTECHNIK**: aus Geschloß, Pulverladung, Zündhütchen und Metallhülse bestehende Munition der Faustfeuer-, Handfeuer- und Maschinenwaffen, z. T. auch der Geschütze. 2) **SPRENGTECHNIK**: in eine zylindrische, paraffinierte Papierhülse gefaßte Sprengstoffmenge. 3) **WEBEREI**: techn. Zeichnung zur Herstellung textiler Erzeugnisse, nach der die Exzenter und Schaft- oder Jacquardkarten angefertigt werden.

Patschuliöl, ätherisches Öl aus den fermentierten Blättern des südasiat. Lippenblüters *Pogostemon Patchouli*. Verwendung in der Parfümerie.

Pauli, Wolfgang, Physiker, * 1900, † 1958, Prof. in Amerika und Zürich, arbeitete über Relativitätstheorie und Quantentheorie, erhielt 1945 den Nobelpreis für die Entdeckung des → Pauliprinzip.

Pauling, Linus, amerikan. Chemiker, * 1901,

Prof. in Pasadena, stellte Strukturmodelle der Kettenproteine auf. 1954 Nobelpreis, 1962 Friedensnobelpreis.

Pauliprinzip, *Paulisches Äquivalenzverbot*, *Paulisches Ausschließungsprinzip*, ein Prinzip des Atombaus, wonach niemals zwei Elektronen eines Atoms für alle ihre vier Quantenzahlen übereinstimmende Werte haben können. Hierauf beruht der Schalenaufbau der Elektronenhüllen der → Atome und damit auch das → Periodische System der Elemente. Die Anwendung des P. auf ein Gas von Elektronen, wie es z. B. in einem metallischen Leiter vorliegt, ergibt die → Fermi-Dirac-Statistik für dieses Elektronengas.

Pauspapier, 1) *Blaupapier*, *Kohlepapier*, zum „Durchschreiben“ auf ein zweites Blatt zwischen beide Blätter gelegt; 2) durchscheinendes Papier zum Nachzeichnen des darunterliegenden Originals.

Pavysche Lösung, blaue, aus Kupfersulfat, Natronlauge, Ammoniak und Wasser bereitete Flüssigkeit zum Nachweis von Traubenzucker in Urin.

Pb, chem. Zeichen für → Blei.

Pd, chem. Zeichen für → Palladium.

PeCe-Faser, Handelsname für eine Chemiefaser aus nachchloriertem → Polyvinylchlorid; ist wasser- und chemikalienbeständig, fäulnisfest, nicht entflammbar. Verwendung für techn. Zwecke.

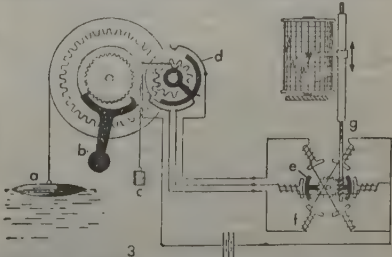
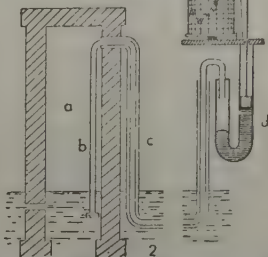
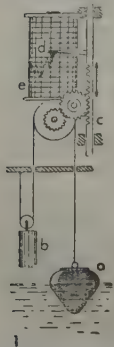
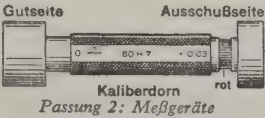
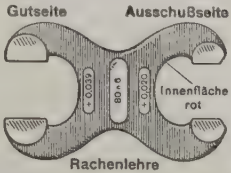
Pech, 1) zu den → Teeren gehöriger bituminöser Rückstand bei der Destillation organ. Naturstoffe, z. B. Öle oder Kohlen; Erweichungstemperatur zw. 45–90°C. P. enthält neben kondensierten Aromaten und freiem Kohlenstoff beträchtl. Mengen Heteroverbindungen. P. dient zur Herstellung von Teerpappen, Briquets (Klebstoffe), Asphaltisolierrplatten, als Isoliermaterial für Kabelverschlüsse u. dgl. G. ZERBE: Mineralöle u. verwandte Produkte (1952).

2) *Schusterpech*, zähflüssiges Harz- oder Teerprodukt mit Wachsbeimischung zur Konservierung des zum Ledernähen gebrauchten Flachsgarns.

Pechblende, → Uranpecherz.

Pechdraht, mit Schusterpech bestrich. Hanfgarn. **Pechstein**, ein natürl., wasserhaltiges Gesteinsglas, die glasige Ausbildungsform verschiedener Ergußgesteine in folge rascher Erstarrung. Verwitterter P. liefert Kaolin und Ton für die Porzellan- und Schamotteherstellung, frischer, fester P. dient als Straßenstein und zur Flaschenglasfabrikation.

Pegel, 1) **WASSERMESSTUNG**: eine Meßeinrichtung zur Bestimmung des Wasserstandes an Gewässern und in Behältern. Der Nullpunkt liegt in Höhe der Gewässersohle oder unter dem niedrigst möglichen Wasserstand. Beim *Schreib-P.* werden die Wasserstände auf eine durch eine Uhr angetriebene Trommel übertragen und hier in verkleinertem Maßstab auf Diagrammbogen fortlaufend aufgezeichnet. Der *Druckluft-Tauchpegel* besteht aus einer unter Wasser fest angebrachten, wasserleer gepumpten Tauchglocke. Der Druck der Wassersäule über der Glocke wird von einem mit ihr verbundenen Manometer angezeigt und über einen Schwimmer mit Schreibfeder registriert. Beim *Ruhstrom-P.* wird durch die Bewegung eines Schwimmers über Drahtseil mit



Pegel: 1 mechanischer P. (System Wilcke-Ott); a Schwimmer, b Gegengewicht, c Zahnstange, d Schreibfeder, e Registriertrommel. 2 Druckluft-Fernpegel; a Pegelbrunnen, b Bleihohl, c Seekabel, d Quecksilbermanometer. 3 Ruhstrompegel (elektromagnet. Fernpegel); a Schwimmer, b Pendelhemmung, c Gegengewicht, d Kollektor, e Anker, f Magnetspulven; g Spindel.

Gegengewicht ein Zahnrad gedreht. Die Drehung wird elektrisch einem Nachdrehmotor zugeleitet, dessen Ankerbewegungen über eine Spindel mit Schreibfeder aufgezeichnet werden. Bei einem elektr. P. ohne Schwimmer taucht ein Kohlestab in das Wasser. Er ist über die Sekundärspule eines Spannungswandlers mit einem in Wasserstand geeichten Milliampereometer verbunden, Rückleitung über Erde. Je weiter der Stab aus dem Wasser herauskommt, desto größer wird der Widerstand, um so kleiner also der fließende Strom. Die regelmäßig, auch im Rundfunk, bekanntgegebenen P.-Ablesungen bestimmter P. an schiffbaren Flüssen geben nicht die vorhandenen Wassertiefen an, sondern den jeweiligen Wasserstand.

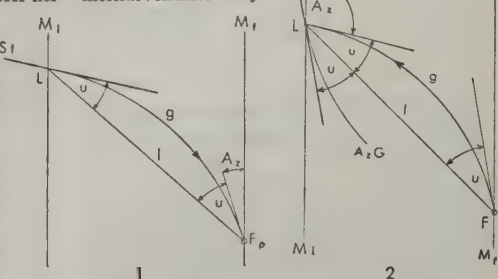
2) FERNMEDELTECHNIK: ein logarithmisches Maß zur Kennzeichnung der Leistungs-, Spannungs- oder Stromverhältnisse an den verschiedenen Punkten eines Übertragungssystems, gemessen in Dezibel oder Neper. Bezieht man die an einem Punkt des Systems gemessenen Werte auf die dem Eingang aufgetragenen, so erhält man den *relativen* P. In der Praxis vergleicht man die Meßwerte an irgendeinem Punkt des Systems mit den international festgelegten Werten eines auf den Eingang geschalteten „Normalgenerators“ von 0,775 V, 1,29 mA und 1 mW, dem Null-P., und erhält den *absoluten* P. An Punkten des Übertragungssystems, in denen die Meßwerte über den Bezugswerten liegen, erhält man ein P.-Maß mit positiven Vorzeichen (Verstärkung), dort wo sie unter den Bezugswerten liegen, ein negatives (Dämpfung).

Pegmatit, sehr grobkörniges Ganggestein, entstanden aus den an Gasen (Wasser, Fluor) reichen Magmaresten verschiedener Tiefengesteine. P. werden häufig auf Feldspat und Glimmer abgebaut. In besonderen Fällen (USA, Spanien, Brasilien, SW-Afrika) führen sie nutzbare Leichtmetallgehalte durch Lithium- (Lithiumglimmer, Spodumen, Amblygonit) oder Berylliumminerale (Beryl). Besondere Bedeutung besitzen P. mit Mineralien der seltenen Erden (Niobat- und Tantalat-P. in S-Norwegen, S-Schweden, Madagaskar, Nigeria, W-Australien).

peilen, 1) das Ermitteln der Himmelsrichtung vom eigenen Standort zu einem optisch wahrgenommenen Objekt (*optische Peilung* mit Peildiopter und Kompaß) oder zu einem drahtlos empfangenen Sender von Funksignalen (*Funkpeilung*). Funkpeilungen werden ausgeführt mit *Peilgeräten*, Empfangsgeräten mit einer drehbaren Rahmenantenne mit genauer Kreisteilung (*Peilrahmen*) oder mit feststehendem Antennensystem, aber veränderlicher Anknüpfung (→ Adcock). Steht die Rahmenebene senkrecht auf der Richtung des ankommenden Funkstrahls oder ist die Kopplung am lossten, so ist der Sender am leisesten zu hören (*Peilminimum*). Eine Peilung ergibt eine Standlinie; der Schnittpunkt von zwei von verschiedenen Standorten aus durchgeführten und in die Karte eingetragenen Standlinien eines Senders zeigt im Idealfall dessen Standort an (*Kreuzpeilung*). Die Genauigkeit der Ortsbestimmung kann durch drei und mehr Peilungen erhöht werden. Eine Peilung allein kann mit einer Entfernungsmessung (Abstandsbestimmung) oder einer Lotung ebenfalls einen zuverlässigen Standort ergeben. Bei See- und Luftfahrzeugen unterscheidet man die *Fremdpeilung*, bei der vom Bordsender ungerichtet ausgesendete Wellen von festen Peilstationen mit gerichtetem Antennensystem gepeilt und die Ergebnisse übermittelt werden, und die *Eigenpeilung*, bei der durch den Bordpeiler (Rahmen- oder Goniometerpeiler) die Richtung von mit bestimmter Kennung sendenden Funkfeuern oder von anderen Funkstellen bestimmt wird.

2) das Messen der Wassertiefe mit dem *Peillot*, einem Bleilot an einem mit Maßteilung versehenen Seil oder Draht, der Peilstange, die eine Dezimeter-teilung trägt, dem *Druckluftlot* oder dem → *Echolot*.

Pektine, kohlenhydratähnliche, im Pflanzenreich weitverbreitete Stoffe, die ein Polymerisat von mit Methyl-



peilen: Eintragung einer Funkpeilung in die Seekarte: 1 *Fremddeckung*. Der von der Peilstelle F_p mit dem Meridian M_f ermittelte Azimutwert A_z wird mit der Peilbeschriftung u äquatorwärts verbessert, als Loxodrome l vom Peiler F_p aus eingetragen und der Schnittpunkt L (Leitpunkt) mit dem Meridian M_l gewonnen. Die Anbringung von u in L an l polwärts gibt als Tangente an den Peilstrahl (die Orthodrome) g die Standlinie St . Der mit der Standlinie einer anderen Peilung gebildete Schnittpunkt ist der Standort. 2 *Eigenpeilung*. Die nach Anbringung der Funkbeschriftung am Bordpeiler ermittelte Peilung A_z des Senders F wird um die Peilbeschriftung u äquatorwärts verbessert, als Loxodrome von F aus eingetragen und der Schnittpunkt L mit dem Meridian M_l gewonnen. Die nochmalige Anbringung von u an die Loxodrome in L äquatorwärts gibt als Tangente an die Azimutgleiche A_zG (die an l gespiegelte Orthodrome g) die Standlinie St . Der Standort ist der Schnittpunkt mit einer zweiten Standlinie.

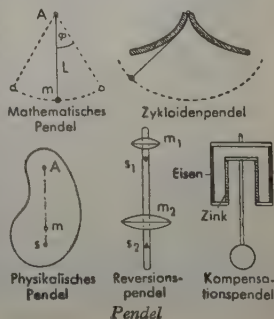
alkohol teilweise veresterter Galakturonsäure zusammen mit anderen Polysacchariden (Arabanen und Galaktanen) darstellen. Verwendung zum Steifmachen von Obstgelee.

Pelite, feinkörnige Trümmergesteine mit Korndurchmessern kleiner als 0,02 mm.

Peltiereffekt, **Peltier-Element**, → thermoelektrische Erscheinungen.

Pelton-Turbine, von PELTON (1880) erfundene Freistrahler → Wasserturbine.

Pendel, ein um eine Achse (ebenes P.) oder einen Punkt (räumliches P.) frei drehbarer Körper, der unter dem Einfluß der Schwerkraft nach Auslenkung aus der Ruhelage bei Vernachlässigung der Lager- und Luftreibung im allgemeinen eine periodische Bewegung ausführt. Theoret. Bedeutung hat das *mathematische P.*, ein Massenpunkt an einem gewichtslosen Faden. Bei kleinen Auslenkungen (Amplituden) ist seine Schwingungsdauer $T = 2\pi \sqrt{L/g}$, wenn L die Länge des Aufhängefadens und g die Schwerkraftbeschleunigung (→ Fall) bedeuten. Wenn sich der Massenpunkt nicht auf einem Kreis, sondern auf einer Zykloide (Zykloidenpendel) bewegt, was durch geeignete Backen, an die sich der Faden anlegt, erreicht werden kann, ist die Schwingungs-



dauer von der Amplitude unabhängig (HUYGENS). – Das ebene *physikalische P.* ist ein um eine Achse drehbarer Körper. In der Formel für die Schwingungsdauer tritt hier an die Stelle der Pendellänge L die *reduzierte Pendellänge* $\lambda = \theta / \Delta m$; dabei ist $\theta \Delta$ das $\rightarrow$ Trägheitsmoment des P.-Körpers um die Drehachse A , m seine Masse und s der Abstand von A zum $\rightarrow$ Massenmittelpunkt M . Der auf der Verlängerung der Strecke AM im Abstand λ von A liegende Punkt S heißt *Schwingungsmittelpunkt* (HUYGENS). Vertauscht man Drehpunkt und Schwingungsmittelpunkt, so bleibt die Schwingungsdauer unverändert. Dies benutzt man beim *Reversionspendel*, um durch Messung der Schwingungsdauer die Schwerkbeschleunigung g sehr genau zu bestimmen (bisher genaueste Bestimmung).

Beim *Ausgleichs- oder Minimalpendel* (SCHULER) ist $\lambda = 2s$ und die Schwingungsdauer von s und damit von der Temperatur nahezu unabhängig. Die bisher genauesten astronom. Pendeluhren besitzen ein elektromagnetisch angetriebenes, in verdünntem Wasserstoff schwingendes Minimal-P. (*Schuler-Uhr*). Beim *Kompensations-P.* wird die unterschiedl. Wärmeausdehnung verschiedener Metalle ausgenutzt, um eine trotz kleiner Temperaturschwankungen hinreichend konstante P.-Länge zu erhalten.

Beim *Kegel-P.* durchläuft ein Massenpunkt einen horizontalen Kreis, so daß der Aufhängefaden den Mantel eines Kegels erzeugt. Im allgemeinen Fall (*Kugelpendel, sphärisches P.*) beschreibt der Massenpunkt eine u. U. nichtperiodische Bahn, die zwischen zwei einhüllenden Kreisen verläuft.

Pendelachse, eine für Hinterachsen von Personenkraftwagen, seltener von Anhängern verwendete Achsbauart mit unabhängig voneinander abgedeckten Rädern, bei deren Durchfederung Spurweite und Sturz sich ändern.

Pendelschlagwerk, ein an einem Pendelarm schwingendes Schlaggewicht, für Kerbschlagbiegeversuche und andere Schlagprüfungen.

Pendelstützen, BAUTECHNIK: Stützen, die an beiden Enden gelenkig ausgebildet sind und daher wie waagrecht verschiebbare Auflager wirken.

Pendeltisch, FERTIGUNGSTECHNIK: ein hin- und hergehender Aufspannisch einer Bearbeitungsmaschine, auf dem Werkstücke so aufgespannt sind, daß wechselweise auf der einen oder der anderen Seite des Tisches gearbeitet wird, während auf der gegenüberliegenden Seite die Werkstücke auf- oder abgepannt werden.

Penetrameter, ZERSTÖRUNGSFREIE WERKSTOFFPRÜFUNG: ein Testkörper zur Kontrolle der Bildgüte einer photograph. Aufnahme mit Röntgen- oder Gammastrahlen.

Penicillin, ein Antibiotikum, das 1928 von SIR ALEXANDER FLEMING entdeckt und 1940 von FLOREY und DUNN in die Medizin eingeführt wurde. Es wird als Extrakt des auf Nährböden gezüchteten Schimmelpilzes *Penicillium notatum* Westling gewonnen, gereinigt und in Verbindung mit Kalium, Kalzium, Natrium oder Strontium auskristallisiert. P. hat große antibakterielle Wirksamkeit gegen Syphilisprophäthen, Kokken und grampositive Bakterien. Dosierung nach „Oxford-Einheiten“.

Pentaerythrit, $C(CH_2O)_4$, ein höherer Alkohol, der durch Kondensation von Formaldehyd und Acetaldehyd mit Kalk erhalten wird. Sein Salpetersäureester ist der Sprengstoff *Nitropenta*.

Pentane, $\rightarrow$ Paraffine.

Pentlandit, kubisches Mineral (Fe, Ni), S_8 , hellbräunlich, metallisch glänzende Kristalle, in Magnetkies-Lagerstätten; wichtiges Nickel Erz.

Pentode, $\rightarrow$ Elektronenröhre.

Pentosane, Hemizellulosen, die beim Behandeln mit Säuren Pentosen liefern.

Pentosen, Monosaccharide mit fünf Kohlenstoffatomen.

Penumbra, 1) der Halbschatten der Erde bei Mondfinsternis, 2) die helleren Umrundungen größerer Sonnenflecke.

Pepsin, das eiweißabbauende $\rightarrow$ Enzym des Ma-

gensaftes. P. wirkt optimal im verhältnismäßig sauren Milieu (bei $pH = 2$).

Peptase, *Endotryptase*, ein Enzym, enthalten in keimender Gerste und Hefe, spaltet Eiweißkörper in Peptone und Aminosäuren.

Peptide, säureamidartige Kondensationsprodukte von Aminosäuren, in denen die Karboxylgruppe des einen Moleküls unter Wasseraustritt in die Amino-Gruppe eines andern Moleküls eingegriffen hat. Aus zwei Aminosäuren entstehen die *Dipeptide*, aus mehreren verschiedenartigen Aminosäuren kettenartig aufgebaute *Polypeptide*. Die $CO-NH$ -Bindung heißt *Peptidbindung*. Die P. entstehen als Zwischenprodukte beim Abbau der Eiweiße, $\rightarrow$ Eiweiß.

Peptisation, Wiederauflösung eines ausgeflockten (koagulierten) Kolloids, meist bewirkt durch Zugabe eines geeigneten Salzes.

Peptone, Produkte der hydrolyt. Spaltung einfacher Proteine ($\rightarrow$ Eiweiß) durch Enzyme, Mineralsäuren, Alkalien, Mikroorganismen u. a. (*Peptonisierung*).

per-, in der CHEMIE eine Vorsilbe zur Bezeichnung von hohen Stufen der Oxydation oder der Substitution; in älteren Namen, oft unrichtig, abwechselnd und synonym mit *super-* und *hyper-* gebraucht, z. B. Kaliumpermanganat, hypermangansäures Kalium, $KMnO_4$, aber Mangansuperoxid, MnO_4 . Heute versteht man unter *Peroxiden* und *Peroxy-* Verbindungen stets Abkömmlinge des Wasserstoffperoxids, H_2O_2 , die die Peroxy-Gruppe $-O-O-$ enthalten, z. B. Natriumperoxid, Na_2O_2 .

Durch p. kann auch vollständige Substitution in einer organ. Verbindung ausgedrückt sein; z. B. Perchloräthan, C_2Cl_6 .

Perbunan, $\rightarrow$ Kunstkautschuk.

Persessigsäure, $CH_3CO \cdot OOH$, organ. Verbindung mit keimtötenden Eigenschaften, zur Desinfektion von Geräten, auch von Gemüse, Obst.

Pergament, im Altertum zum Beschreiben zubereitetes feines Leder. *P.-Papier*, ein aus Baumwolle oder weicher Sulfitzellulose hergestelltes Papier, das auf einer Pergamentiermaschine mit Schwefelsäure durchtränkt, wieder ausgepreßt und getrocknet wird. Die Zellulose wird dadurch gelöst, es bildet sich ein vollkommen fettreiches Amyloid.

pergamentieren, *transparentieren*, Baumwollgewebe zwischen Vor- und Nachmerzerisation mit Schwefelsäure behandeln, macht das Gewebe durchsichtig und verleiht ihm einen waschbeständigen steifen Griff (*Glasbatist, Opal, Organdy*).

Peridot, $\rightarrow$ Olivin.

Peridotit, basisches Tiefengestein aus Olivin allein oder meist mit Hornblende, Glimmer oder Pyroxenen; der Olivin ist häufig in Serpentin umgewandelt.

Perigäum, Erdnähe, $\rightarrow$ Apsiden.

periglazial, $\rightarrow$ Pleistozän.

Perigraph, Gerät zum Aufzeichnen räuml. Umrisskurven beliebiger Körper in der Ebene; von zwei Armen mit Stiften tastet der eine den Körper ab, der andere zeichnet die umfahrene Kurve auf.

Perihel, der sonnennächste Punkt einer Planetenbahn ($\rightarrow$ Apsiden). *P.-Drehung* heißt die im Laufe sehr langer Zeiten eintretende Drehung der großen Achse der Planetenellipse um die Sonne; bisher nur bei $\rightarrow$ Merkur zu beobachten.

Periode, eine in regelmäßigen räuml. oder zeitl. Abständen auftretende Wiederholung bestimmter Erscheinungen, auch der dadurch abgegrenzte Raum- oder Zeitschnitt.

1) ASTRONOMIE: regelmäßige Wiederkehr gleicher Helligkeit bei $\rightarrow$ veränderlichen Sternen. *P.-Helligkeits-Beziehung* ist die Zunahme der P. der veränderl. Sterne vom Typus der Cepheiden mit ihrer absoluten Helligkeit.

2) CHEMIE: $\rightarrow$ Periodisches System der Elemente.

3) MATHEMATIK: die Wiederholung regelmäßig bestimmter Ziffernfolgen in *period. Dezimalzahlen* (*period. Dezimalbrüchen*), z. B. $0,673673673 \dots$ *Periodische Funktionen* nennt man Funktionen des Argumentes x , die der Funktionalgleichung

Periodisches System der Elemente

$f(x+p) = f(x)$ genügen, wobei p die P. von $f(x)$ ist. Die Funktion $f(z)$ des komplexen Argumentes z ist *doppeltperiodisch*, wenn sie zwei P. besitzt, die sich nicht voneinander durch eine reelle Zahl als Faktor unterscheiden.

4) PHYSIK, TECHNIK: die Wiederholung gleicher Zustände eines physikal. Systems in regelmäßigen Zeitabständen. Bei einem techn. Wechselstrom heißt die Frequenz auch *Periodenzahl*.

Periodisches System der Elemente (hierzu ÜBERSICHT), eine Anordnung der $\rightarrow$ chemischen Elemente nach steigendem Atomgewicht und entsprechenden chemischen Eigenschaften, gefunden 1869 gleichzeitig und unabhängig von D. I. MENDELEJEV und L. MEYER. Nicht nur die chem., sondern auch gewisse physikal. Eigenschaften (Atomvolumina, Schmelzpunkte u. a.) der nach Atomgewichten geordneten Elemente ändern sich in gesetzmäßiger Weise von Glied zu Glied und kehren dabei periodisch wieder, wobei chemisch ähnliche Elemente untereinander stehen. Für die Leerstellen sagte MENDELEJEV neue Elemente mit ihren Eigenschaften voraus, die später entdeckt oder durch Kernumwandlung künstlich hergestellt wurden. Anfängliche Unstimmigkeiten in der Reihenfolge wurden durch die neuere Erkenntnis beseitigt, daß nicht das Atomgewicht, sondern die Ordnungszahl für die chem. Eigenschaften maßgebende Größe ist; sie stimmt mit der Anzahl der Elektronen der neutralen Atome überein ($\rightarrow$ Atomphysik).

Die Erklärung des P. S. liefert die Quantentheorie, insbes. die Anwendung des $\rightarrow$ Pauliprinzips auf den Bau der Atomhülle. Danach unterscheiden sich die Atome der verschiedenen Elemente äußerlich durch die Anzahl der Elektronen, die den Kern umgeben; Unterschiede in der Kernstruktur sind für die chem. Eigenschaften und das P. S. ohne Bedeutung. Die

möglichen Zustände für die Hüllenelektronen sind durch die Quantentheorie vorausbestimmt, und das Pauliprinzip verbietet die Anwesenheit von mehr als einem Elektron im gleichen Zustand. Die Elektronenzustände gruppieren sich, in Kernnähe beginnend, zu 2, 8, 18, 32, ..., allgemein zu $2n^2$ ($n = 1, 2, 3, \dots$), wobei die kleineren Gruppen als Untergruppen in den größeren „Schalen“ jeweils wieder auftreten. Die Schalen werden von innen nach außen hintereinander mit Elektronen „aufgefüllt“; durch jedes neu hinzukommende Elektron entsteht ein neues Element. Mit Beginn jeder neuen Schale wiederholen sich dabei die gleichen Elektronenanordnungen („Konfigurationen“), die schon den Aufbau der vorigen Schale kennzeichneten. So entsteht nach der 1. Schale (K-Schale) mit 2 Elementen (0. Periode) und der 2. Schale (L-Schale) mit 8 Elementen (1. Periode) eine weitere Gruppe von 8 Elementen (2. Periode), die bereits zur 3. Schale (M-Schale) gehören, aber erst ihre der L-Schale ähnliche Untergruppe bilden. Erst mit weiteren 10 Elementen wird die 3. Schale vollständig ($8 + 10 = 18$); diese 10 Elemente faßt man jedoch mit den ersten 8 der 4. Schale (N-Schale) zur 3. Periode zusammen, da stets die ersten 8 Elektronen jeder Schale so angeordnet sind wie die 8 Elektronen der 2. Schale. So enthält die 4. Periode neben weiteren 10 der 4. Schale zugeordneten die ersten 8 der 5. Schale zugehörigen Elemente; die noch fehlenden 14 Elemente der 4. Schale ($18 + 14 = 32$) werden in der 5. Periode während des Aufbaues der nächsten 10 Elektronen der 5. Schale (O-Schale) gewissermaßen „nachgebaut“: Beim Lanthan ruht der Aufbau der 5. Schale, und der vollständige Ausbau der 4. Schale wird nachgeholt. Die auf das Lanthan folgenden 14 Elemente unterscheiden sich also „von außen“ gar nicht und sind, da nur die äußersten

DAS PERIODISCHE SYSTEM DER CHEMISCHEN ELEMENTE (Stand 1963)

Perioden-Nr.	Anzahl	Gruppe I a	Gruppe II a	Gruppe III a b	Gruppe IV a b	Gruppe V a b	Gruppe VI a b	Gruppe VII a b	Gruppe VIII	Gruppe 0
0	2	1 H 1,00979								2 He 4,0026
1	8	3 Li 6,939	4 Be 9,0122	5 B 10,811	6 C 12,01115	7 N 14,0067	8 O 15,9994	9 F 18,9984		10 Ne 20,183
2	8	11 Na 22,9898	12 Mg 24,312	13 Al 26,9815	14 Si 28,086	15 P 30,9738	16 S 32,064	17 Cl 35,453		18 Ar 39,948
3	18	19 K 39,102 29 Cu 63,54	20 Ca 40,08 30 Zn 65,37	21 Sc 44,956 31 Ga 69,72	22 Ti 47,90 32 Ge 72,59	23 V 50,942 33 As 74,9216	24 Cr 51,966 34 Se 78,96	25 Mn 54,9381 35 Br 79,909	26 Fe 55,847 28 Ni 58,71	27 Co 58,9332
4	18	37 Rb 85,47 47 Ag 107,870	38 Sr 87,62 48 Cd 112,40	39 Y 88,905 49 In 114,82	40 Zr 91,22 50 Sn 118,69	41 Nb 92,906 51 Sb 121,75	42 Mo 95,94 52 Te 127,60	43 Tc 99 53 J 126,9044	44 Ru 101,07 46 Pd 106,4	45 Rh 102,905 47 Ag 106,4
5	32	55 Cs 132,905 79 Au 196,967	56 Ba 137,34 80 Hg 200,59	57 La 138,91 58-71 Lanthaniden 81 Tl 204,37	72 Hf 178,49 82 Pb 207,19	73 Ta 180,948 83 Bi 208,980	74 W 183,85 84 Po 210	75 Re 186,2 85 At 211	76 Os 190,2 78 Pt 192,2	77 Ir 192,2 86 Rn 222
6		87 Fr 223	88 Ra 226,05	89 Ac 227,05	90 Th 232,038	91 Pa 231	92 U 238,03	Transurane (noch nicht eingeordnet)		

Lanthaniden

58 Ce 140,12	59 Pr 140,907	60 Nd 144,24	61 Pm 144	62 Sm 150,35	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,924	66 Dy 162,52	67 Ho 164,930	68 Er 167,26	69 Tm 168,934	70 Yb 173,04	71 Lu 174,97
-----------------	------------------	-----------------	--------------	-----------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------

Transurane

93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lw
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------

Die Zahl vor jedem Element ist die Ordnungszahl (Kernladungszahl), die unter dem Element das Atomgewicht, bei instabilen Elementen die Massenzahl des längstlebigen bekannten Isotops.

Elektronen für die chem. Eigenschaften der Elemente maßgebend sind, einander chemisch sehr ähnlich (→ Lanthaniden). Man vermutete ursprünglich, daß sich der gleiche Vorgang in der 6. Periode wiederholt, doch liegen die Verhältnisse hier aneinander verwickelter (→ Aktiniden).

Die charakteristische Achterperiode hat die Aufstellung des P. S. ermöglicht, wobei zunächst 8 Gruppen untereinanderstehender Elemente entstanden (Gruppe 0 bis VII); die später hinzukommenden Zehnerperioden zwangen zur Aufstellung einer VIII. Gruppe, in der jeweils 3 Elemente zusammengefaßt werden. Gruppe 0 enthält die Edelgase, Gruppe I die Alkalimetalle, II die Erdalkalimetalle, III die Erdmetalle (darunter die Lanthaniden); die Gruppen IV, V, VI heißen nach ihren Vertretern in der 1. Periode Kohlenstoff-, Stickstoff-, Sauerstoffgruppe, VII enthält die Halogene, und die Elemente der VIII. Gruppe schließlich faßt man als Eisengruppe (Fe, Co, Ni) und als leichte (Ru, Rh, Pd) und schwere (Os, Ir, Pt) Platinmetalle zusammen.

A. SOMMERFELD: Atombau u. Spektrallinien, 1st (1960).

Periodogrammanalyse. Verfahren zum Aufsuchen und Berechnen period. Anteile innerhalb unregelmäßig verlaufender Vorgänge. Im Gegensatz zur → harmonischen Analyse sind Anteile mit in beliebigem Verhältnis zueinander liegenden Frequenzen zugelassen; man erhält als Ergebnis ein Frequenzspektrum. Geräte zur P. sind der Periodograph und der Spektrograph.

Peripherie, die Umfangs- (Begrenzungslinie) eines durch eine krumme Linie begrenzten ebenen Gebietes, z.B. des Kreises.

Periskop, Sehtrohr, optisches Gerät, mit dem von einem getauchten U-Boot aus der Raum oberhalb der Wasseroberfläche beobachtet werden kann. Durch zwei Prismen wird das vom über die Wasseroberfläche hinausragenden Objekt des P. erfaßte Bild in die Zentrale des U-Bootes gelenkt. Das P. kann etwa 10 m ausgetaucht werden.

Perkal, feinfädiger Baumwollstoff (z.B. Mako-P.) für Oberhemden und techn. Zwecke.

Perlit, 1) Perlstein, ein natürl., wasserhaltiges Gesteinsglas, durch zwiebelschalensähnlich sich umhüllende Sprünge in Kügelchen abgesondert, zu verschiedenen Ergußgesteinen gehörig.

2) Gefügebestandteil des kohlenstoffhaltigen Stahls und Gußeisens aus abwechselnden Schichten oder Lamellen von Ferrit und Zementit (Fe₃C). Perlit-Guß ist ein Grauguß mit perlit. Grundmasse von hoher Zähigkeit und guten Gleiteigenschaften.

Perlon, Handelsname für Polyamid-Chemiefasern, die durch Polymerisieren von → Kaprolaktam hergestellt werden, → Polyamide.

Perm, → Erdgeschichte.

Permalloy, Legierungen mit hoher Anfangspermeabilität von etwa $\mu = 10000$, meist Nickel-Eisen-Legierungen mit 48–78,5% Nickel, Rest Eisen und vereinzelt geringen Zusätzen an Kohlenstoff, Mangan und Molybdän; wichtig für die Elektro-, bes. die Nachrichtentechnik.

Permeabilität, 1) CHEMIE: die Durchlässigkeit von Scheidewänden (Membranen) für bestimmte Stoffe.

2) MAGNETISMUS: das Verhältnis μ_{abs} der magnet. Induktion zur magnet. Feldstärke. Es ist $\mu_{abs} =$

μ_{rel} ; die relative P. μ_{rel} , eine reine Zahl, ist eine Materialkonstante. Die absolute P. des Vakuums μ_0 ist die → Induktionskonstante.

RELATIVE PERMEABILITÄT EINIGER STOFFE

Dia- magnetisch	($\mu_{rel} - 1$)	Para- magnetisch	($+10^5$ $\mu_{rel} - 1$)
Äthylalkohol .	8	Luft	0,37
Wasser	9	Sauerstoff, .	
Benzol	8	gasf.	1,9
Silber	25	Sauerstoff, .	
Quecksilber . .	33	flüssig	3400
Antimon	116	Zinn	2
Wismut	168	Platin	270
(senkrecht z. Hauptachse)		Chrom	324
		Nickelchlorid, fest	1973

Ferromagnetisch	Anfangs- permeabilität	Maximal- permeabilität
Eisen (96% Fe, 4% Si)	400	8000
Heußlersche Legierung (75,6% Cu, 14,2% Mn, 10,1% Al)	48	80
μ -Metall	10000	100000

3) SCHIFFBAU: das Verhältnis des im Leckfall tatsächlich in die Schiffsräume eindringenden Wassers zum theoret. Rauminhalt.

Permutation, Vertauschung, → Kombinatorik.

Permutite, kristallisierte Mineralien vom Typ der Zeolithe (komplexe Natrium-Aluminiumsilikate), die bestimmte Stoffe aus wässrigen Lösungen gegen mineralreiche Stoffe austauschen können (→ Ionenaustauscher, → Wasserreinigung).

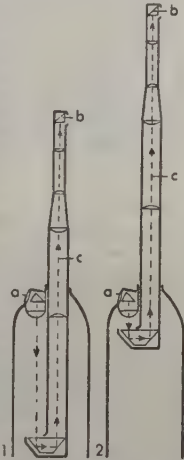
Peroxide, → per-

Perpetuum mobile, PHYSIK: P. m. 1. Art, eine Maschine, die ohne Energiezufuhr von außen dauernd Energie erzeugt. Aus den jahrhundertelangen vergeb. Versuchen, ein P. m. zu konstruieren, erwuchs die im Energiesatz (1. Hauptsatz der Thermodynamik) formulierte Erkenntnis der Unmöglichkeit eines P. m. 1. Art. Ein P. m. 2. Art ist eine Maschine, die unter Abkühlung eines Wärmereservoirs mechan. Energie erzeugt, ohne daß dabei in der übrigen Umgebung bleibende Veränderungen entstehen. Auch dieses P. m. ist unmöglich, obgleich es mit dem Energiesatz verträglich ist; denn es würde ständig die → Entropie eines abgeschlossenen Systems vermindern, was nach dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik ausgeschlossen ist.

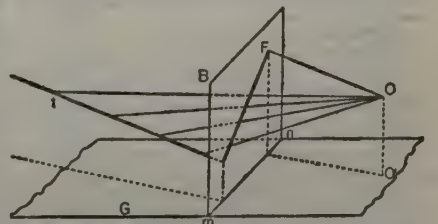
Persiden, ein Sternschnuppenschwarm, → Sternschnuppen.

persönliche Gleichung, persönlicher Fehler, der bei jeder Messung mit Auge oder Ohr auftretende Fehler, verursacht durch die Unvollkommenheit der Sinnesorgane.

Perspektive, die Darstellung räumlicher Gebilde in einer ebenen Zeichenfläche in der Weise, daß der Gegenstand auf der Bildfläche unter den gleichen Sehbedingungen erscheint wie als Körper im Raum. Jede P. ist eine Zentralprojektion (Zentral-P.), da



Periskop: Standsehtrohr eines U-Boots, 1 eingehend, 2 ausgehend; a Okular (Einblick), b Objektiv, c Sehstrahl.



Perspektive: O Augpunkt, B Bildebene, G Grundebene, m, n Schnittpunkte beider Ebenen, O' Augenhöhe. (Weiteres vgl. Text)

sich die Sehstrahlen im Auge als Zentrum vereinigen ($\rightarrow$ Projektion). Soll eine beliebige gerade Linie t (BILD) des Raumes abgebildet werden, so liegen alle nach ihren einzelnen Punkten gezogenen Sehstrahlen in einer Ebene, die durch die abzubildende Gerade und den *Augpunkt* bestimmt ist. Die Schnittlinie dieser Ebene mit der Bildebene ist das perspektivische Bild der Originalgeraden. Der Sehstrahl zum unendlich fernen Punkt der Geraden ist parallel zu ihr; sein Schnittpunkt mit der Bildebene heißt der *Fluchtpunkt* oder *Verschwindungspunkt* der Geraden. In ihm vereinigen sich die Bilder aller zu t parallelen Geraden. Daher sieht man z. B. in Straßen, daß alle unter sich parallelen Geraden auf Fahrbahn und Gehweg, Häusersimse und Dachfirste nach einem einzigen Punkt zusammenlaufen. Die ganze waagerechte Ebene bildet sich in einem Streifen ab, der zwischen m *n* und einer um die Augenhöhe $O O'$ von m *n* entfernten Horizontalen, dem *Horizont*, liegt.

U. GRAF: Darstellende Geometrie (1961).

Perspektivität, eine besondere projective Abbildung. Das Geradenbüschel in der Ebene durch einen festen Punkt S werde von einer festen, nicht durch S gehenden Geraden g geschnitten. Die Schnittpunkte $A, B, C, D, \dots$ nennt man *perspektiv* zu den Geraden des Büschels. Wird das Büschel noch von einer zweiten Geraden g' geschnitten, so sind die Punktreihen auf den Geraden g und g' perspektiv aufeinander bezogen, und man nennt die Abbildung von A auf A' , B auf B' , $\dots$ eine *P.* Jede projective Abbildung läßt sich aus hintereinander ausgeführten *P.* zusammensetzen. Analoges gilt im Raum mit Büscheln von Ebenen.

Perspektograph, ein Gerät zum Zeichnen des perspektivischen Bildes eines Gegenstandes aus Grundriß und Aufriß.

Pertit, ein während der Abkühlung des Gesteins in Orthoklas und Plagioklas entmischter Kalium-Natron-Feldspat.

Perusilber, Legierungen für die Herstellung von Tafelgeräten mit 40–66% Kupfer, 30–40% Silber, 5–30% Nickel und bis zu 20% Zink.

Perzeptron, Modell eines $\rightarrow$ lernenden Automaten zum Verständnis der Vorgänge bei der Wahrnehmung von Formen, Gestalt, Klängen u. a.

Petitgrainöl, ätherisches Öl aus den Blüten, Zweigen und grünen Früchten der bitteren Orange, wird in der Parfümerie und für Seifen verwendet.

Petravič-Apparat, *Petravič-Pendel*, ein auf dem Prinzip des Kreiselns beruhendes, selbstschreibendes Gerät zur Feststellung der Neigungswinkel bei langsam verlaufenden Schwingungsbewegungen von Körpern, insbes. von Schiffen. Längs- und Querschwingungen werden gleichzeitig aufgezeichnet, deren Periode damit bestimmt. Das Gerät kann auch als Ersatz des Pendels zur Ableseung statischer Neigungen bei geringen Deckshöhen (auf U-Booten) verwendet werden.

Petrefakt, Versteinierung.

Petrochemie, Zweig der chem. Technik, der Erzeugnisse aus Kohlenwertstoffen und Erdöl entwickelt. *Petrochemikalien* sind Chemikalien, die früher vorwiegend von Stein- und Braunkohle ausgehend, heute zunehmend auf der Rohstoffbasis des Erdöls hergestellt werden.

Petrogenese, die Bildung der Gesteine.

Petrographie, *Gesteinskunde*, die Lehre von den Gesteinen der Erdkruste, ihrem Aufbau und physikal. Verhalten ($\rightarrow$ Gesteine). Die wichtigsten Untersuchungsmethoden der *P.* sind chem. Gesteinsanalysen und mikroskop. Untersuchungen der Dünnschliffe.

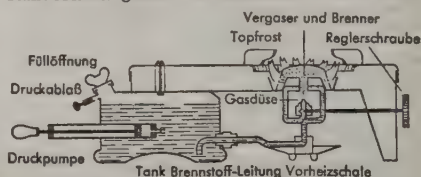
W. BRUHNS – P. RAMDOHR: P. (*1960).

petrographische Provinz, die Gesamtheit der Eruptivgesteine eines Landstrichs, die sich durch ihre chem. Zusammensetzung (und meist auch durch den Mineralbestand) als Abkömmlinge desselben Magmaherdes, als „blutsverwandt“ erweisen. Bei den Eruptivgesteinen unterscheidet man Alkaligesteine (Foyait-Theralit-Reihe) und Alkali-Kalkgesteine (Granit-Diorit-Gabbro-Reihe). BECKE bezeichnet die Alkaligesteine als *atlantische*, die Alkalikalkgesteine als *pazifische Gesteinsippe*, und NIGGLI trennt die ersten noch in eine Natronreihe (atlantisch) und eine Kalireihe (mediterran).

Petroläther, niedrigdestillierte Erdölfraction, enthält hauptsächlich Pentan, C_5H_{12} , und Hexan, C_6H_{14} . Verwendung in der Textilindustrie zum Sengen, in der Medizin und als Lösungsmittel.

Petroleum, *Leuchtöl*, Erdöldestillat in den Siedegrenzen 180/200 bis 250/300°C; zu 5–6% im Erdöl enthalten. P., das früher vor allem Leuchtzwecken diente, wird heute zunehmend für Ölheizungen, als Traktorenkraftstoff und als Lösungsmittel verwandt. **Motoren-P.** wird aromatenreich (wegen der guten Klopfestigkeit) für Vergasermotoren, paraffinreich für Glühkopfmotoren gefordert. – Im engl. Sprachgebrauch ist P. gleichbedeutend mit $\rightarrow$ Erdöl. Das P. in unserem Sinn wird meist *Kerosene* genannt.

Petroleumkocher benutzen P. als Brennstoff. Beim *Dochtbrömer* wird P. durch den Docht in einen Rundbrenner geführt und entzündet. Durch Luft-

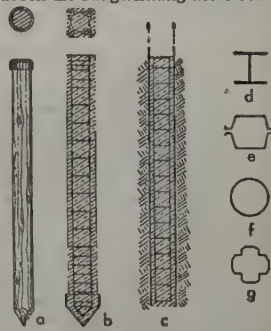


Petroleumkocher: Druckgasbrenner

zutritt reißt die Flamme vom Docht ab und brennt als Gasflamme. Beim *Druckgasbrenner* wird der Tank mit einer Luftpumpe unter Druck gesetzt. Statt des Dochtes führt ein dünnes Rohr zum Brenner.

Petroleumlampe, eine Lampe, in der flüchtige Mineralöl, bes. P., verbrannt werden. Der Brennstoff wird der Flamme durch die Saugwirkung des Dochtes zugeführt. Die alten P.-Lampen mit Flach- und Rundbrenner und Glaszylinder zur Zuführung der Verbrennungsluft sind heute durch *Petroleum-Glühllicht-Druck-Lampen* und *Petroleum-Starklichtlampen* verdrängt, die man zur Beleuchtung von Bauplätzen, Werkstätten, Hallen, Marktplätzen, Schaustellungen, Wochenendhäusern u. a. verwendet. Sie haben einen Vergaser, dem das P. unter Druck zugeführt wird.

Pfahl: a) hölzerner P. ($\varnothing$ 25–45 cm, Tragfähigkeit etwa 45 t), Pfahlkopf durch eisernen Ring geschützt, b) Stahlbeton-Rammpfahl (Tragf. bis 60 t); c) Ortopfahl, im Boden hergestellt (eingerammtes Mantelrohr wird mit Stahlbeton gefüllt, es kann wieder herausgezogen werden, Tragf. bis 100 t); d–g Profile von Stahl-P. ($\varnothing$ 35–40 cm, 4–15 m Länge); d) Peiner-Profil, e) Union-Kasten-Profil, f) Rohr, g) Krupp-P.



ner Aschearmut bes. zur Herstellung von Elektroden und von Elektrographit verwendet.

Petrologie, die Gesteinslehre, bes. die Gesteinskunde auf betont exakter physikalisch-chem. Grundlage.

Pfahl, BAUTECHNIK: ein langer, unten zugespitzter Körper aus Holz, Stahlbeton oder Stahl zur Gründung von Bauwerken (*Rost- od. Grundpfähle*) oder als Haltepunkt (*Zaunpfähle, Baumpfähle* usw.).

Pfahlrost, BAUTECHNIK: bei Pfahlgründungen über die Pfähle gelegter Rost, der die im Gebäude wirkenden Kräfte aufnimmt und eine gleichmäßige Belastung aller Pfähle bewirkt.

Pfanne, BAUTECHNIK: ein →Dachziegel.

Pfefferminzöl, durch Wasserdampfdestillation aus der Minze *Mentha piperita* gewonnenes äther. Öl, von süßem, etwas brennendem Geschmack. Außer Menthol enthält P. Menthon und verschiedene Terpene. Verwendung in der Kosmetik, in der Essenzenindustrie für Eisgetränke, in der Likörfabrikation und in der Medizin.

Pfefferöl, ein hauptsächlich aus 1-Phellandren bestehendes äther. Öl, im Pfeffer mit 1–3,6% enthalten; es wird in der Parfümerie und Likörfabrikation verwendet.

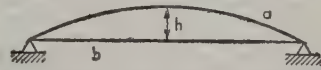
Pfeifen, PHYSIK: Schallsender, bei denen Luftsäulen in mehr oder weniger abgeschlossenen Räumen (Resonatoren) zu Schwingungen angeregt werden. Die *Lippenpfeifen* (*Labialpfeifen*) werden durch periodisch sich ablösende Luftwirbel angeregt, die erzeugt werden, wenn aus einem schmalen Spalt austretende Luft in kurzem Abstand (Maulweite) auf eine scharfe Schneide trifft (BILD 1). Bei den *Zungenpfeifen* (*Rohrflöten*) tritt die Luft durch eine Öffnung hindurch, die durch die Schwingungen eines elastischen Metallstreifens in regelmäßigen Abständen geschlossen und wieder geöffnet wird (BILD 2). Eine *aufschlagende Zunge* schlägt gegen den Rand der Öffnung, eine *durchschlagende* kann in der Öffnung frei schwingen. Bei den am Ende *offenen P.* ist die Wellenlänge des Grundtones etwa gleich der doppelten (BILD 3), bei den *geschlossenen (gedackten)* gleich der viertelsten Länge der P. (BILD 4). Bei der offenen P. sind alle ganzzahligen Obertöne möglich, während bei der geschlossenen nur ungeradzahlig auftreten können.

F. TRENDLENBURG: Einf. i. d. Akustik (*1962).

Pfeiler, BAUTECHNIK: Stütze aus Stein, Mauerwerk oder Beton zur Unterstützung von Decken, Trägern, Balken, Bogen oder Gewölben. *Wand-P.* springen aus einer Wand hervor; *Strebe-P.* haben außer der senkrechten Last noch den Seitenschub eines Gewölbes aufzunehmen und werden daher nach unten zu stufenförmig verbreitert. *Säulen* sind runde, meist freistehende P.

Bei Brücken tragen P. den Überbau als *End- und Mittel-P.*, *Land- und Strom-P.* Die massiven Mittel-P. werden als *Trag- oder Stand-P.* (Gruppen-P.) ausgebildet. *Pendel-P.* besitzen nur eine senkrecht zur Brückenachse angeordnete Wand aus einzelnen Stützen, die untereinander durch Fachwerk verbunden sind. Sie werden am Kopf und Fuß gelenkig gelagert, so daß sie bei Formänderung des aufgelagerten Tragwerks pendelnd nachgeben können. *Turm- und Gerüst-P.* haben Längs- und Querwände, sind also auch zur Aufnahme waagerechter, in Richtung der Brückenachse wirkender Kräfte geeignet.

Pfeilhöhe, BAUTECHNIK: der größte Abstand eines Bogens von der Bogensehne.



Pfeilhöhe: a Bogen, b Bogensehne, h Pfeilhöhe (Bogenstich).

Pferdestärke, Abk. PS, → Leistung.

Pfette, waagerechter, zu First und Traufe parallel verlaufender Dachstuhlbalke zum Tragen von Sparren; die P. ruhen auf Stielen oder Zangen.

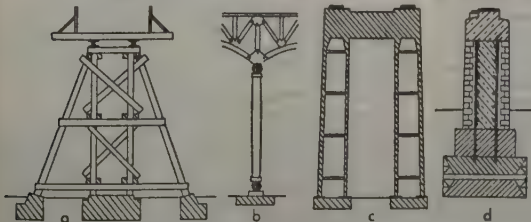
Pflanzenfarbstoffe, farbige Substanzen aus Pflanzen, z. B. dem gelben *Färberwau*, dem Laub der *Birke*, den Schalen der unreifen Walnuß, der *Kreuzbeere* (Gelbbeere), den Wurzeln der *Krapp-Pflanze* oder der *Indigopflanze*. Die Verwendung von P. in der Färberei hat seit Einführung der Teerfarben fast ganz aufgehört.

Pflanzenhormone, *Phytohormone*, Wirkstoffe, die in geringen Mengen von den Pflanzen zur Erreichung und Sicherung bestimmter Vorgänge gebildet werden. Insbesondere das Wachstum (Zellstreckung) und der Rhythmus des Blühens, der Samenreife, der Zellteilung und der Keimruhe werden neben anderen Stoffwechsel- und Determinationsvorgängen (Geschlechtsdifferenzierung) reguliert. Zu den P. gehören die Auxine und Terphone, Biotin, Gibberellinsäure, Kinetin und Inositol, Gamone und Blastokoline.

Pflaster, STRASSENBAU: eine aus natürl. oder künstl. Steinen bestehende Fahrbahnbefestigung. Von Naturgesteinen werden als *P.-Steine* meist benutzt: Basaltlava, Gabbro, Diorit, Melaphyr, Granit und Grauwacke. *Künstliche P.-Steine* werden aus Eisen- oder Kupferhochofenschlacke gegossen, oder man verwendet Zementbetonsteine oder Klinker. *Kopfsteine* werden meist nur auf der Kopfseite und z. T. an den Seiten, *Würfelsteine* allseitig bearbeitet.

Kantenlängen: *Großpflastersteine* 12 bis 16 cm, *Mittelpflastersteine* 10 bis 12 cm, *Kleinpflastersteine* 7 bis 10 cm, *Mosaikpflastersteine* 4 bis 6 cm.

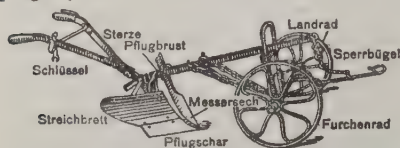
Pflug, ein wichtiges Ackergerät zum Wenden, Mischen, Lockern und Krümeln des Bodens. Beim Pflügen wird der Boden streifenweise durch das Sech senkrecht, durch die Schar waagrecht abgeschnitten, durch das Streichblech angehoben, seitlich abgedrückt, gewendet und abgelegt. Am Grindel sind vorn die Zug- oder Tragvorrichtung, bei einscharigen Gespannpflügen hinten die Sterzen befestigt sowie der *Vorschüler*, der die oberste Bodenschicht mit Stoppeln, Grün- oder Stallung flach abhebt und vor dem Hauptkörper in die offene Furche kippt, der *Düngererleger* zum Einpflügen langhalmigen Mistes und der *Untergundlockerer* zum Aufreißen verdichteter Schichten unter dem gewendeten Boden. Die unten



Pfeiler: a Holzpfeiler (Doppelboche) auf Betonfundament für ein Fördergerüst; b stählerner Pfeiler mit punktförmigem Auflager; c Hohlpfeiler einer Stahlhochbrücke; d massiver Brückenpfeiler (Beton und Steinmauerwerk).

Pfund – Phasenvergleichler

am Hauptkörper sitzende **Sohle** gibt dem Pflug Führung, bei Mehrschärpflügen oft durch Furchenrad am Rahmenende. Flachpflügen (Schälen), Mittelpflügen (Saatfurchen) und Tiefpflügen bedingen un-



Einschar-Karrenpflug

terschiedliche Körperformen. Bauarten: 1) Der **Beet-P.** wendet nur nach einer Seite; er wird als **Schwing-P.** ohne vordere Grindelaufgabe, als **Stelz-P.** mit einem Stützrad, als **Karren-P.** mit 2 Rädern hergestellt. Bei 2 und mehreren, gleichzeitig arbeitenden Pflugkörpern ist der Grindel durch einen **Rahmen** ersetzt und mit verstellbaren Rädern versehen (**Mehrschar- oder Rahmenpflüge**). 2) Der **Kehr-P.** wendet abwechselnd links und rechts, daher Hin- und Hergang an derselben Feldseite möglich (**Untervender** mit Zwillingkörper, drehbar unterhalb des Grindels); ausgeführt als **Dreh-P.** mit normalen Körpern fest am drehbaren Grindel; als **Kipp-P.** mit zwei stirnseitig zusammengebauten P. auf gemeinsamem Rädergestell, kippbar um die Radachse; als **Wechsel-P.** mit zwei an einer Zugmaschine angebaute Einzelpflügen.

Wiesen- und Moor-P. wenden durch lange, schraubenförmig gewundene Streichbleche den Boden um 180°. Der **Wiesen-P.** schält die Grasnarbe sehr flach. Der **Scheiben-P.** besitzt als Pflugwerkzeug schräggestellte, drehbare Hohlscheiben.

Häufel- und Hack-P. dienen zum Formen und Behacken von Dämmen, der **Rode-P.** zum Ernten von Kartoffeln und Rüben, **Kabel-, Drän-, Maulwurfs-P.** zum Ausheben tiefer schmaler Gräben, meist kombiniert mit Kabel- oder Rohrverlegungsvorrichtung.

Pfund, veraltete Massen- oder Gewichtseinheit. 1 P. = 0,5 kg.

ph, Abk. für den **Wasserstoffexponenten**, → **Wasserstoffionkonzentration**.

Phantastron, eine Schaltung der elektr. Impulstechnik mit Miller-Integrator und Transistor, bei der durch den Miller-Integrator eine große Zeitkonstante und gute Linearität erzielt wird, während das Transistor zur Erzeugung der zur Entladung oder Ladung des Miller-Kondensators notwendigen Rückkopplung dient.

Phantomleitung, durch eine Kunstschaltung geschaffener dritter Nachrichtenkanal auf vier Kabeladern.

Pharmakolith, monoklines Mineral $\text{CaHAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, in weißen Krusten oder feinen Nadelbüscheln auf Arsenen; der isomorphe **Brushit** $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ kommt auf Phosphoriten vor.

Phase, 1) **ASTRONOMIE**: die durch die verschiedene Stellung zu Erde und Sonne verursachten wechselnden Lichtgestalten von Mond und Planeten, die alle Formen zwischen Kreisscheibe und Sichel zeigen. Von den Planeten haben nur Merkur, Venus und Mars (mit Fernrohr) wahrnehmbare P.

2) **THEORET. MECHANIK**: der durch Ortskoordinaten und Impulse bestimmte Zustand eines mechan. Systems, z. B. eines Teilchens. Der **Phasenraum** ist ein gedachter Raum mit der Dimensionszahl $2f$, wenn das mechanische System, zu dessen Beschreibung er benutzt wird, f Freiheitsgrade besitzt. Die f Koordinaten des Systems und die f zugehörigen Impulse bilden zusammen die $2f$ Koordinaten des Phasenraumes. Dieser Begriff ist besonders wichtig geworden für die statistische Mechanik und für die ältere Quantentheorie. In der letzteren bildete insbesondere, die zu einem System von einem Freiheitsgrad gehörige **Phasenebene** die Grundlage für die Aufstellung der Quantelungsregeln, die forderten, daß der Flächeninhalt einer jeden, durch die Bewegung

eines mechanischen Systems in der **F.-Ebene** beschriebenen geschlossenen Kurve (das **Phasenintegral** dieser Bewegung) ein ganzzahliges Vielfaches des Planckschen Wirkungsquantums h sein müsse.

3) **WELLENLEHRE** und **TECHN. ANWENDUNGEN**, z. B. **ELEKTROTECHNIK**: das Argument $\omega t + \varphi$ einer harmonischen Zeitfunktion $A \cdot \sin(\omega t + \varphi)$ (t = Zeit, ω = Kreisfrequenz, A = Amplitude), z. B. eines Wechselstroms, φ ist die **P.-Konstante** (**kurz P.**). Die Differenz der P.-Konstanten zweier gleichfrequenter Schwingungen heißt **P.-Differenz** (**P.-Verschiebung**). Die P.-Differenzen (Gangunterschiede) zweier sich überlagernder kohärenter Wellenfelder sind bestimmend für die Erscheinungen der Interferenz. **P.-Maß** heißt der Unterschied der P. einer sinusförmigen Strom- oder Spannungswelle zwischen Anfang und Ende einer Leitung, **P.-Geschwindigkeit** heißt die Geschwindigkeit, mit der sich die P. einer Welle fortpflanzt. Sie ist gleich dem Produkt aus Wellenlänge und Frequenz. Von der P.-Geschwindigkeit unterscheidet sich die Signalgeschwindigkeit oder → **Gruppengeschwindigkeit**, wenn die P.-Geschwindigkeit nicht konstant, sondern von der Frequenz abhängig ist (→ **Dispersion**).

4) **THERMODYNAMIK**: ein in sich homogener Bereich eines heterogenen Systems, z. B. die nebeneinander bestehenden Aggregatzustände (feste, flüssige, gasförmige P.) eines Stoffes oder die nebeneinander bestehenden Stoffbereiche zweier Reaktionspartner. Die Gibbsche **Phasenregel** gestattet, aus der Anzahl der Bestandteile b und der Phasen φ die Anzahl der Freiheiten f eines im thermodynamischen Gleichgewicht befindlichen Systems zu berechnen. Dabei sind **Freiheiten** (Freiheitsgrade) die frei wählbaren Variablen, frei wählbar unter der Bedingung, daß die Zahl der P. unverändert bleibt. Die P.-Regel lautet: $f = b + 2 - \varphi$.

A. EUCKEN – E. WICKE: Grundriß der physikal. Chemie (191959).

Phasenanker, **ELEKTROTECHNIK**: bei Drehstromasynchronmotoren ein Läufer, dessen Wicklung dreiphasig ausgeführt ist. Die Anfänge der drei Wicklungen sind miteinander verbunden, die Enden an Schleifringen geführt, daher auch die Bezeichnung **Schleifringläufer**. Gegensatz: **Kurzschlußanker**.

Phasendetektor, **Phasendiskriminator**, Schaltung zur Demodulation frequenzmodulierter Schwingungen, bei der die Frequenzabhängigkeit der Phase einer Schwingkreisspannung ausgenutzt wird, z. B. beim **Q-Detektor** unter Verwendung einer Siebengitterröhre (EQ80), in der das empfangene Frequenzband mit dem durch ein Bandfilter gewonnenen phasenverschobenen Frequenzband gemischt wird.

Phasenkontrastverfahren, → **Mikroskop**.

Phasenquadratur, **ELEKTROTECHNIK**: eine Phasenverschiebung zweier elektr. Signale um 90°, z. B. bei Farbfernsehübertragung nach dem NTSC-System.

Phasenschieber, **STARKSTROMTECHNIK**: elektrische Energiespeicher oder umlaufende elektr. Maschinen, die in Wechsel- oder Drehstromnetzen den von Blindstromverbrauchern, z. B. Asynchronmotoren benötigten Blindstrom liefern (**Blindleistungsmaschinen**) und somit den Leistungsfaktor der Anlage verbessern (**Blindstromkompensation**). Als P. dienen Kondensatoren und Drosselspulen; rotierende P. sind meist Synchronmaschinen, die durch entsprechende Erregung wie veränderl. Kondensatoren oder Drosselspulen wirken.

Phasenspannung, **ELEKTROTECHNIK**: die bei Drehstrommaschinen und -anlagen vorhandene Spannung einer Phase gegen den meist geerdeten Nulleiter; Gegensatz: verkettete oder Hauptspannung. Die P. beträgt nur den $1/\sqrt{3}$ fachen Teil der Hauptspannung, also bei 380 Volt Hauptspannung 220 Volt. Nach dem Schaltbild des Drehstromsystems heißt die P. auch **Sternspannung**.

Phasenvergleichler, **Phasenindikator**, elektr. Gerät zum Feststellen der Phasengleichheit beim Synchronisieren eines Generators vor dem Aufschalten

auf ein Netz. Nullspannungsmesser mit Dreheisenmeßwerk zeigen, über Meßwandler an die korrespondierenden Pole des Netzes und des Generators angeschlossen, Phasengleichheit bei Spannungsgleichheit durch Zurückgehen des Zeigers auf Null an. *Synchronoskope* enthalten einen kleinen Motor, dessen einphasig gewickelter Stator von dem zu synchronisierenden Generator und dessen dreiphasiger Rotor, der den Zeiger dreht, vom Netz gespeist wird. Sind die Frequenzen verschieden, so läuft der Zeiger mit einer der Frequenzdifferenz proportionalen Geschwindigkeit um. Sind Frequenzen und Spannungen gleich, die Spannung aber noch nicht in Phase, so bleibt der Zeiger in einer Stellung stehen, die um den Phasenwinkel von der Nullage abweicht. Sind alle Bedingungen für das Synchronisieren erfüllt, so nimmt er Nullage ein.

PHB-Ester, Ester der *p*-Hydroxybenzoesäure mit Äthyl- oder Propylalkohol und ihre Natrium-Verbindungen; Konservierungsmittel für Lebensmittel. Die PHB-Ester sind in vielen Pflanzen vorhanden, auch in Käse.

Phellandren, $C_{15}H_{18}$, ein zu den Terpenen gehörender Kohlenwasserstoff, kommt als d-P. im Wasserfenchöl (*Phellandriumöl*), Elemöl u. a., als l-P. im Eukalyptusöl, Pimentöl u. a. vor.

Phenanthren, $C_{14}H_{10}$, ein im Steinkohlenteer auftretender aromatischer Kohlenwasserstoff.

Phenetidin, *p*-Aminophenoläthyläther, $H_2N \cdot C_6H_4 \cdot OC_2H_5$, dient zur Herstellung wichtiger Arzneimittel (z. B. Phenazetin).

Phenetol, $C_6H_5OC_2H_5$, der Äthyläther des Phenols, eine Flüssigkeit von arom. Geruch.

Phenol, *Karbonsäure*, Monooxybenzol, $C_6H_5 \cdot OH$, findet sich in den Mitteln, die bei der Destillation des Steinkohlenteers zwischen 170 bis 210°C übergehen, und wird daraus gewonnen. Techn. Herstellung auch durch Alkalischemelze von Benzolsulfosäure und durch Hydrolyse von Chlorbenzol bei hoher Temperatur mit Katalysatoren. Nach einem neuen Verfahren wird Kumol (Isopropylbenzol), $C_6H_5CH(CH_3)_2$, durch katalytische Oxidation mit Luftsauerstoff in Kumolperoxid übergeführt, das in P. und Azeton gespalten wird. Das reine P. riecht durchdringend und schmeckt brennend, ätzend; es wirkt antiseptisch und ist ein starkes Gift. Verwendung z. B. zur Herstellung von Salizylsäure, Nitrophenolen, Pikrinsäure, Arzneimitteln, Farbstoffen, Kunstharzen (*Phenolharze*), Ausgangsstoffen für Nylon und Perlon sowie als Antiseptikum.

Phenole, *Oxybenzole*, arom. Verbindungen, bei denen Wasserstoffatome des Benzolkerns durch die Hydroxylgruppe OH ersetzt sind. Man unterscheidet einwertige P. wie das gewöhnliche $\rightarrow$ Phenol, $C_6H_5 \cdot OH$, die Kresole, $C_6H_4(CH_3)(OH)$, usw.; zweiwertige P., z. B. Resorzin, Hydrochinon, Brenzkatechin, $C_6H_4(OH)_2$; dreiwertige P., z. B. Pyrogallol, $C_6H_3(OH)_3$, usw. Eine Anzahl dieser Verbindungen findet sich im Steinkohlenteer. Die P. geben wie die aliphatischen Alkohole, denen sie ihrer Konstitution nach entsprechen, Ester und Äther; sie haben jedoch schwach sauren Charakter und lösen sich deshalb in Alkali.

Phenolharze, *Phenoplaste*, $\rightarrow$ Kunststoffe.

Phenolphthalein, $\rightarrow$ Phthaleine.

Phenothiazin, Thiodiphenylamin, wird durch Zusammenschmelzen von Diphenylamin mit Schwefel erhalten und medizinisch verwendet.

Phenyl, die einwertige, sich vom Benzol ableitende Atomgruppe C_6H_5- .

Phenylalanin, eine $\rightarrow$ Aminosäure.

Phenyläthylalkohol, $C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot OH$, schwach nach Rosen riechende Flüssigkeit, die im Rosenöl vorkommt und als Riechstoff großtechnisch gewonnen wird. Die Ester des P., z. B. das Azetat, Isobutyrat und Valerianat, sind ebenfalls starke Riech- und Geschmacksstoffe.

Phenylazetaldehyd, $C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot CHO$, eine intensiv nach Hyazinthen duftende Flüssigkeit, wird synthet. hergestellt und in der Parfümerie verwendet.

Phenylene, der zweiwertige Rest $C_6H_4 =$ des Benzols.

Phenylessigsäure, $C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot COOH$, und ihre Ester (vor allem Äthyl- und Methyl ester) werden großtechnisch aus Benzylchlorid mittels Zyanalkali hergestellt und für Kunstthionaromen, in der Parfümerie und zur Arzneimittelsynthese gebraucht.

Phenylglyzin, $C_6H_5 \cdot NH \cdot CH_2 \cdot CO_2H$, wird aus Anilin und Chloressigsäure gewonnen und ist ein Ausgangsstoff bei der Indigo-Synthese.

Phenylhydrazin, $C_6H_5 \cdot NH \cdot NH_2$, wichtige organ. Base, bildet ein dickes Öl von eigentl. Geruch, besitzt als Hydrazinderivat starkes Reduktionsvermögen und dient als empfindl. Reagens auf die in Aldehyden und Ketonen vorhandene Carbonylgruppe (CO). Dabei bilden sich *Phenylhydrazone*. Mit α -Diketonen erhält man *Oxazone*, die den Phenylhydrazinrest zweimal an benachbarten Kohlenstoffatomen enthalten. P. wird auch zur Herstellung vieler wichtiger Stoffe gebraucht, z. B. von Antipyrin und Farbstoffen.

Pheromone, *Ektohormone*, Sozialwirkstoffe von Insekten, die zur Duftmarkierung (Hummeln, Wespen), zur Anlockung des Geschlechtspartners (Seidenspinner) oder auch zur Alarmierung (Blattschneiderameise) abgeschieden werden. Die P. sind trotz ihrer überaus geringen Mengen z. T. chemisch aufgefäkt worden (z. B. $\rightarrow$ Iridomiracine).

Phlogistonlehre, die Theorie von G. E. STAHL (1660–1734), nach der aus verbrennenden Körpern ein als *Phlogiston* bezeichneter Stoff entweichen sollte. Die P. wurde durch LAVOISIERs Sauerstofftheorie der Verbrennung (1775ff.) überwunden.

Phlorizin, $C_{21}H_{34}O_{10}$, ein phlorogluzinhaltes Glukosid, das sich hauptsächlich in der Wurzelrinde von Kern- und Steinobstäumen findet.

Phlorogluzin, ein dreiwertiges Phenol, $C_6H_3(OH)_3$, wird in wäßriger Lösung durch Eisenchlorid intensiv violett gefärbt. In Gegenwart von Salzsäure ist P. ein sehr empfindl. Reagens auf Holzsubstanz, die sich damit rot färbt. In der Medizin wird es zum Nachweis der freien (überschüssigen) Salzsäure im Mageninhalt verwandt (*Günzburgsche Reaktion*).

phon, Zähleinheit der Lautstärke. Die Lautstärke eines Tones oder Geräusches ergibt sich aus dem Schalldruck p eines als gleichlaut empfundenen Normtones von 1000 Hz bei gleicher Dauer von Prüftönen und Meßtönen (etwa 1 s) zu $20 \log p/p_0$, „phon“. Dabei ist der Bezugsschalldruck p_0 gleich $2 \cdot 10^{-4}$ uBar, d. h. etwa gleich der Hörschwelle bei 1000 Hz (DIN 1318). TABELLE $\rightarrow$ Lärm.

Phonolith, *Klingstein*, ein junges, bräunlich-grünes Ergußgestein, verwendet als Baustein, leuzitreiche Arten auch gemahlen als Kalidungemittel.

Phonon, Schallquantum, dessen Energie analog der eines Lichtquants gleich dem Produkt aus der Planckschen Konstante h und der Frequenz ν einer Schallwelle ist. P. sind Schallwellenpakete, die bei der Streuung von Elektronen durch kurze Schallwellen (Wärmewellen) auftreten und sich wie Teilchen verhalten.

Phononomie, die $\rightarrow$ Kinematik.

Phosgen, $COCl_2$, eine bei 8°C siedende, sehr giftige Flüssigkeit, diente im 1. Weltkrieg als Gaskampfmittel. In der chem. Industrie wird es bes. bei der Herstellung der für die Erzeugung von Kunststoffen wichtigen Isocyanate verwendet.

Phosphatase, $\rightarrow$ Enzyme (ÜBERSICHT).

Phosphate, Salze der gewöhnl. (Ortho-) Phosphorsäure; gehören zu den für Pflanzen unentbehrlichen Stoffen und werden Kulturpflanzen daher als Kunstdünger (*Phosphatdünger*) zugeführt.

Naturphosphate, vielfach als Gemenge der *Phosphatminerale* Apatit und Phosphorit, finden sich insbes. in Algerien, Tunis, Florida, Pennsylvania, N-Brasilien, Ozeanien.

Phosphatide, eine Gruppe zellwichtiger Lipoide, die beim Abbau Glycerin, höhere Fettsäuren oder deren Aldehyde (bei den Plasmalen), stickstoffhaltige Basen (Cholin, Colamin, Serin, Sphingosin) und Ortho-Phosphorsäure liefern. Zu ihnen gehören die Lezithine, das Kephalin und die als Aldehydazetale zu formulierenden Plasmalogene.

phosphatieren, METALLSCHUTZ: die Einwirkung

phosphorsäurehaltiger Lösungen ein- und zweibasier Metallphosphate, bes. von Zink und Mangan, auf Eisen, Zink u. a. Unter Wasserstoffentwicklung entstehen praktisch unlösliche Schutzschichten dreibasischer Phosphate, die einen guten Haftgrund für Anstriche und, mit Öl u. ä. imprägniert, auch einen Rostschutz bilden (*coslettisieren, parkern, atramentieren, bondern* usw.).

Das P. wird auch angewendet, um das Rohr- und Drahtziehen u. ä. zu erleichtern und die Gleiteigenschaften von Maschinenteilen zu verbessern.

Phosphide, Verbindungen von Metallen mit $\rightarrow$ Phosphor.

Phosphin, *Chrysanilin*, *Ledergelb*, ältester Lederfärbstoff, Nebenprodukt der Fuchsinfabrikation.

Phosphine, organ. Verbindungen, die sich in gleicher Weise von Phosphorwasserstoff (PH_3) ableiten, wie die Amine von Ammoniak (NH_3), nämlich durch Ersatz der Wasserstoffatome durch Alkyle. Ebenso wie die tertiären Amine gehen die tertiären P. Verbindungen mit Alkyljodiden ein und geben *Phosphoniumjodide*, z. B. $P(CH_3)_3J$.

Phosphor, P, chem. Element, Nichtmetall; Ordnungszahl 15, Massenzahl 31, Atomgewicht 30,9738; Schmelzpunkt $44,1^\circ C$, Siedepunkt $282^\circ C$, Dichte $1,82\text{ g/cm}^3$ (gilt für die farblose Modifikation des P.). P. kommt in der Natur nur in chem. gebundener Form, vorwiegend in Gestalt phosphorsaurer Salze (Phosphate) vor. Die wichtigsten sind *Phosphorit*, Kalziumphosphat, $Ca_3(PO_4)_2$, gemahlen auch als Dünger verwendet, und $\rightarrow$ Apatit. Die Hauptlagerstätten dieser P.-Minerale liegen in Nordafrika (Alger, Tunis, Marokko, Ägypten), Nordamerika (Florida), der Sowjetunion. In geringerer Menge findet sich P. auch in den meisten übrigen Mineralien sowie in lebenden Organismen (vor allem in der Nerven- und Knochensubstanz). Die P.-Beimengung vieler Eisenerze wird bei der Eisenverhüttung in ein wichtiges Nebenprodukt, die *Thomaschlacke*, übergeführt. Die Darstellung des P. erfolgt heute meist, indem man Kalziumphosphat mit Sand und Kohle hoch erhitzt. Dabei bildet sich dampfförmiger P., der durch Destillation unter Luftabschluß und Abschrecken in kaltem Wasser gereinigt wird. Fester elementarer P. tritt in fünf Modifikationen, als farblos oder „weiß“, als dunkelroter, „Schenkscher“ hellroter, schwarzer und schwarzer amorpher P., mit wesentlich verschiedenen physikal. und chem. Eigenschaften auf. Weißer P., der sich bei der Abkühlung von P.-Dampf bildet, ist in Wasser kaum, in Schwefelkohlenstoff und einigen anderen Flüssigkeiten dagegen gut löslich und sehr giftig. Bei Erhitzung oder Lichteinwirkung wandelt er sich unter Wärmeentwicklung in dunkelroten P. um, der gänzlich unlöslich, ungiftig und im Vergleich zum weißen P. chemisch sehr träge ist. Weißer P. dient gelegentl. als Rattengift. Die Herstellung von Streichhölzern mit weißem P. ist in Deutschland wegen Vergiftungs- und Feuersgefahr seit langem verboten. Heute enthalten nur die Reibflächen der Streichholzschachteln (roten) P.

VERBINDUNGEN. Mit Wasserstoff bildet P. das *Phosphin*, PH_3 (bei Zimmertemperatur gasförmig), das *Diphosphin*, P_2H_4 (flüssig), sowie eine höhermolekulare Verbindung der Zusammensetzung $P_{12}H_{18}$. – *Phosphide* entstehen, wenn Wasserstoffatome in P.-Wasserstoffen durch Metallatome ersetzt werden. Sie sind teils mehr salzartig (wie z. B. Kaliumphosphid, K_3P), teils mehr metallähnlich (z. B. Eisenphosphid, Fe_2P). In der Praxis werden die Phosphide meist durch direkte Vereinigung der Elemente und Erhitzen gebildet. – Die Oxydation von rotem P. setzt erst bei $400^\circ C$ ein; weißer P. reagiert dagegen bereits bei Zimmertemperatur mit dem Sauerstoff der Luft und gibt dabei einen Teil der Oxydationsenergie in Form von Licht ab (Chemolumineszenz). P. bildet drei Oxide mit den Formeln P_2O_3 , P_2O_4 , P_2O_5 . Das letzte Oxid, das *Pentoxid*, ist das stabilste. Es hat das Bestreben, Wasser aufzunehmen, um so P.-Säure (s. u.) zu bilden. Man verwendet es daher, um Gase von Wasserdampf zu befreien (zu „trocknen“). Das P.-Pent-

oxid, das weiße, bei $250^\circ C$ sublimierende Kristalle bildet, wird in großem Maßstab durch Verbrennen von P. unter Luftüberschuß gewonnen. – Es gibt mehrere P.-Säuren; die praktisch wichtigste und bei Zimmertemperatur beständigste ist die *Ortho-P.-Säure* (kurz: „P.-Säure“), H_3PO_4 , eine ziemlich schwache Säure, deren Salze *Phosphate* heißen. Hierbei unterscheidet man z. B. noch primäres, $Ca(H_2PO_4)_2$, sekundäres, $Ca(HPO_4)$, und tertiäres Kalziumphosphat, $Ca_3(PO_4)_2$. Beim Kalzium ist diese Unterscheidung von besonderer prakt. Bedeutung, da das in der Natur vorkommende tertiäre oder *Trikalziumphosphat* in Wasser oder schwachen Säuren unlöslich ist, während das primäre *Kalziumphosphat* die für ein Düngemittel erwünschte Wasserlöslichkeit aufweist. Bei der P.-Düngemittelproduktion wird daher das tertiäre Kalziumphosphat durch Einwirkung von Schwefelsäure in ein Gemisch aus primärem Kalziumphosphat und Kalziumsulfat übergeführt („Superphosphat“). Wasserärmere P.-Säuren sind Meta-P.-Säure, HPO_3 , und Pyro-P.-Säure, $H_4P_2O_7$. – P. reagiert lebhaft mit allen Halogenen. Von Bedeutung ist u. a. das *Pentachlorid*, PCl_5 , das in der organ. Chemie verwendet wird, um Hydroxylgruppen gegen Chloratome auszutauschen.

Phosphoreszenz, eine Art der $\rightarrow$ Lumineszenz, Eigenschaft mancher Stoffe (*Phosphore*), nach der Einwirkung von Licht-, Röntgen- oder Kathodenstrahlen eine Zeitlang Licht auszusenden. *Reinstoffphosphore* sind selten. Bei *Fremdstoffphosphoren* sind einem Grundmaterial (Zinksulfid, Kadmiumsulfid, Oxyde und Sulfide der Erdalkalien) sehr geringe Mengen (etwa $1:10^4$) eines Schwermetalles (Kupfer, Silber u. a.) als Aktivator zugesetzt. Die Farbe des P.-Lichtes kann durch Art und Menge der Aktivatoren stark beeinflusst werden. Bei der Erregung der P. werden Elektronen der P.-Zentren in einen Zustand höherer Energie gebracht und kehren unter der Leuchterscheinung in den Anfangszustand zurück. Anwendung bei Leuchtfarben und in Oszillographenröhren (z. B. Fernsehbildschirmen).

R. W. POHL: Einführung in die Physik, 3 (1958).

Phosphorit, $\rightarrow$ Apatit.

Phosphorylierung, die Einführung oder Übertragung von Phosphorsäure im enzymatischen Zellstoffwechsel.

Phot, abgekürzt *ph*, Maßeinheit für die spezif. Lichtausstrahlung, $1\text{ lm}\cdot\text{cm}^{-2} = 1\text{ ph}$, auch als Maßeinheit für die Beleuchtungsstärke ($1\text{ Phot} = 10^4\text{ Lux}$) verwendet. ($\rightarrow$ Photometrie)

Photochemie, der Teil der physikal. Chemie, der sich mit den durch Licht u. a. Strahlungen hervorgerufenen chem. Reaktionen beschäftigt. Ein natürlicher photochem. Vorgang ist die $\rightarrow$ Photosynthese. Die wichtigste, technisch ausgewertete photochem. Reaktion ist die Zersetzung von Silberhalogeniden in ihre Bestandteile (*Photolyse*), $\rightarrow$ Photographie. Alle photochem. Reaktionen sind typische Quantenprozesse, d. h. einzelne Lichtquanten werden von den Molekülen absorbiert und regen diese durch die Energiezufuhr zu sekundären Aufbau- oder Abbaureaktionen an.

Photodiode, eine Halbleiterdiode, dient wie das Photoelement zur Umwandlung von Lichtschwankungen in Stromschwankungen. Im Gegensatz zum Photoelement wird sie jedoch zur Erhöhung des durch die Lichteinwirkung entstandenen Sperrstromes mit einer Hilfsspannung in Sperrrichtung vorgespannt.

Photoeffekt, $\rightarrow$ lichtelektrischer Effekt.

Photoelement, die Sperrschicht-Photozelle, $\rightarrow$ Photozelle.

Photofarbstoffe, organ. Farbstoffe, die in der Photographie zur Sensibilisierung lichtempfindlicher Schichten für andere Spektralbereiche verwendet werden. Die ersten P. waren Chinolinfarbstoffe; wichtiger sind heute die Zyaninfarbstoffe.

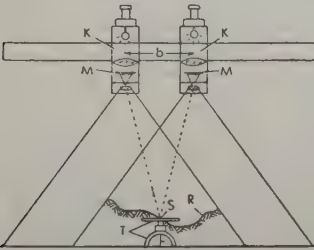
Photoeologie, die Wissenschaft von der Erkennung und Deutung von Mineralagerstätten an Hand von Luftaufnahmen ($\rightarrow$ Photogrammetrie); bes. können geologische Faltungsstrukturen, die

Erdöl erwarten lassen, aus der Luft überblickt werden. Bodennahes Grundwasser zeigt sich durch Bewachung und Bodenfarben an. Ein Grenzfall ist die Erkennung archaischer Anlagen im Luftbild durch Schatten und Dunkelfarben verdichteter Bodenstellen.

Photogrammetrie, das heute oft angewandte Meßverfahren der Vermessungstechnik, bei dem photograph. Meßbilder zur Rekonstruktion der auf ihnen abgebildeten Gegenstände, insbesondere des Geländes, dienen.

Die *terrestrische P.*, vor allem im Gebirge angewendet, benützt als Meßkammer den Phototheodoliten, der auch die Winkelmessung zur Bestimmung der Standpunkte ermöglicht. Diese werden paarweise auf hochgelegene Punkte gelegt, so daß *Stereobilder* entstehen (*Stereo-P.*, *Raumbildmessung*).

Die *Luft-P.* beruht auf Bildern, die aus dem Flugzeug i. a. senkrecht nach unten so gemacht werden, daß sie sich in Flugrichtung zu 60 % überdecken. Am Auswertegerät wird zunächst die *gegenseitige Orientierung* der beiden Aufnahmen hergestellt; das damit entstandene Raummodell wird auf Grund von drei bekannten Geländepunkten *absolut orientiert*.



Photogrammetrie 1: Aeromultiplex (Schema): K Kondensoren, M Meßbilder im Abstand b, T verstellbares Tischchen, S Meßmarke, R Raummodell.

Weitere Bilder können ohne neue Festpunkte hin- und herorientiert werden. Diese festpunktslose Überbrückung unvermessener Räume heißt *Aerotriangulation*.

Die *photogrammetrischen Auswertegeräte* gestatten die Umformung von zwei stereoskopischen Meßaufnahmen (Perspektiven) in eine orthogonale Projektion (Karte). Die Aufnahmestrahlen werden dabei optisch oder mechanisch wiederhergestellt. Um die hohe Präzision der Aufnahmen (0,01 mm im Bild) voll ausnützen zu können, sind außerordentlich feine Übertragungen und äußerste Feinheit der Konstruktion überhaupt erforderlich.

Unter Voraussetzung ebenen Geländes können angenäherte Senkrechtaufnahmen durch *Entzerrung* auf horizontale Ebene umgebildet werden, so daß ein kartentähnlicher *Bildplan* entsteht, wobei bei Entzerrungsgeräten (meist photographisch) durch automatisch wirkende Steuerungen die Scharfabbildung auf die Kartenebene sichergestellt ist.

FINSTERWALDER: P. (*1954); SCHWIDEFSEKY: Grundriß der P. (*1963).

Photographie (hierzu TAFEL), die Erzeugung

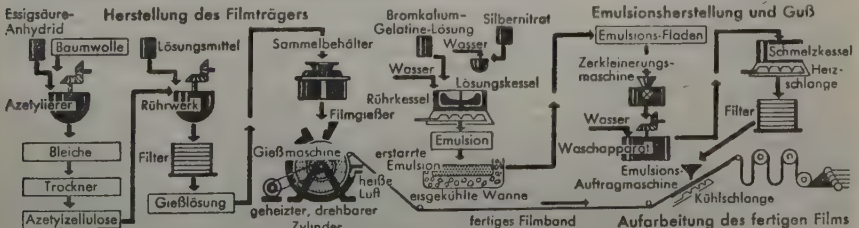
dauerhafter Abbildungen durch Strahlungen, insbesondere durch sichtbares Licht (*Lichtbild*), auf einem Material, dessen chem. oder physikal. Eigenschaften sich unter der Strahleneinwirkung verändern. Meist wird in einem *photograph. Apparat* oder einer *Filmkamera* eine lichtempfindliche Schicht auf einer Glas- oder Filmunterlage (*photograph. Platten und Filme*) belichtet und das entstandene latente Bild durch *Entwickler* sichtbar gemacht.

Das Bild des Gegenstandes entsteht auf der lichtempfindl. Schicht durch Abbildung mit Hilfe des *photograph. Objektivs*. Aus den in der Schicht (meist Gelatine) sehr fein verteilten Halogensilberkristallen spalten Lichtquanten Elektronen ab, die wiederum vereinzelt Silberionen des Kristallgitters entladen. An diesen „Keimen“ greift dann der → *Entwickler* an, der das restliche Halogensilber der belichteten Körner zu metallischem, in der feinen Verteilung schwarz erscheinendem Silber reduziert. Das entstandene Negativ wird durch Herauswaschen des unbelichteten Silberhalogenids fixiert. Durch Belichten eines *photograph. Papiers* durch das Negativ hindurch erhält man ein Positiv, das die ursprüngl. Helligkeitsverhältnisse des Gegenstandes richtig wiedergibt. Ferner → *Farbenphotographie*.

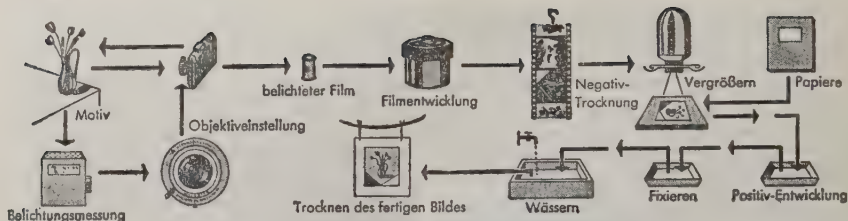
Die *Photoapparate* bestehen im wesentlichen aus einem Gehäuse, das bei *Kasten-* und *Box-Kameras* starr, bei *Klapp-* und *Tubus-Kameras* zusammenschiebbar ist, dem Objektiv mit Blende, dem → *Verschluß* und einer Einrichtung zur Aufnahme der Kassette mit Platte oder Planfilm oder des Rollfilms. Zum Einstellen des Bildes wird bei großen Apparaten eine *Mattscheibe* an Stelle der Kassette gesetzt, oder aber die Lichtstrahlen werden durch einen einschaltbaren Spiegel auf eine im oberen Teil des Gehäuses angebrachte *Mattscheibe* gelenkt (*einäugige Spiegelreflexkamera*). Bei den *zweiäugigen Spiegelreflexkameras* wird das *Mattscheibenbild* von einem zentralen, mit dem ersten gekuppelten Objektiv erzeugt, so daß der bewegl. Spiegel wegfallen kann. Andere Kameratypen besitzen statt der *Mattscheibe* einen *Sucher*, einen kleinen, meist fernrohrähnlichen Ansatz, dessen Gesichtsfeld durch eine Blende so begrenzt ist, daß es dem Bildausschnitt der Kamera entspricht. Zur genauen Entfernungseinstellung dient ein *Koinzidenz-Entfernungsmesser*, der mit dem Objektiv gekuppelt und mit dem Sucher kombiniert sein kann (*Meßsucher*). Der meist benutzte *Rollfilm* ist auf einer Spule gemeinsam mit einem lichtundurchlässigen Papierband aufgewickelt, die Filmrolle kann auch in einer lichtdichten Patrone ohne das Schutzpapierband sein (für Kleinbildkameras). In beiden Fällen wird der belichtete Film auf eine leere Spule aufgewickelt.

Bei der *Dreifarbenkamera* werden durch halbdurchlässige Spiegel die Lichtstrahlen so geteilt, daß drei gleich große Teilbilder entstehen, die entweder durch → *Lichtfilter* oder durch geeignete Sensibilisierung des Aufnahmematerials je ein *Blau-, Grün- und Rot-Auszugsnegativ* (→ *Farbenphotographie*) ergeben (Bermphol-Naturfarbenkamera, Technicolorkamera).

Die meisten Kameras werden zur Auslösung einer aufsteckbaren oder durch Kabel verbundenen Blitzleuchte mit einem Synchronkontakt versehen, der mit der Auslösung des Kamerverschlusses gekuppelt ist.



Photographie 1: Werdegang eines Films (schematisch)



Photographie 2: Werdegang einer Photographie (schematisch)

Die photographischen Objektive bilden das Objekt in der Ebene des lichtempfindlichen Materials ab. Die Brennweite entspricht meist etwa der Diagonalen des Bildformates und schwankt daher zwischen etwa 10 mm für das kleinste Schmalformat und über 1 m für die größten Repro-kameras. Langbrennweitige Objektive ergeben beileichem Bildformat und gleicher Gegenstandsweite vergrößerte Abbildungen (Telewirkung). Als Teleobjektive bezeichnet man langbrennweitige Objektive, deren Baulänge durch Verwendung einer negativen Hinterlinse auf etwa die Hälfte der Länge eines normalen Objektives gleicher Brennweite verkürzt ist. Zur Erfassung größerer Bildwinkel dienen Weitwinkelobjektive mit entsprechend kürzerer Brennweite. Bei einem gegebenen Objektiv läßt sich die Brennweite durch Vorsatzlinsen verkleinern oder vergrößern. Um bei Kinoaufnahmen den Gegenstand kontinuierlich näher zu bringen, kann die Objektivebrennweite durch Verschiebung eines oder mehrerer Glieder des Objektivs kontinuierlich verändert werden (Gummilinsen). Anamorphotische Vorsatzlinsen liefern ein Bild mit nach Höhe und Breite verschiedenem Abbildungsmaßstab; sie werden z. B. beim →CinemaScopeverfahren verwendet. Eine künstler. Unschärfe (Porträtaufnahmen) wird mit Weichzeichner-Vorsatzlinsen erreicht. Bei

weichzeichnenden Objektiven werden bestimmte Linsenfehler nur teilweise korrigiert; dadurch werden die einzelnen Bildpunkte zwar scharf abgebildet, sind jedoch mit einem Hof umgeben.

Die relative Lichtstärke der Photoobjektive wird durch das Verhältnis des wirksamen Blendendurchmessers zur Brennweite gekennzeichnet (relative Öffnung). Um kurze Belichtungszeiten zu ermöglichen, wurden Objektive mit immer größerer Lichtstärke entwickelt (bis zu 1:0,75). Bei einigen Zentralverschlussskameras sind Zeit und Blendeneinstellung so gekoppelt, daß bei Einstellen des am Belichtungsmesser (→Belichtung) abgelesenen „Lichtwertes“ bei Änderung der Blende sich die Verschlusszeit im entsprechenden Sinn verstellt. Die eingravierten Blendenwerte unterscheiden sich jeweils um den Faktor $\sqrt{2}$, die kleinste Zahl entspricht der größten Lichtstärke des Objektivs. Durch Abblenden werden die die Schärfentiefe und das Auflösungsvermögen vergrößert, bei zu starker Abblendung vermindert sich die Bildgüte durch Beugungserscheinungen. Zur Vermeidung von Reflexbildern und von Streulicht werden heute alle Objektive vergütet.

Für die einfachsten Kameras genügt ein aus zwei verkitteten Linsen zusammengesetztes Objektiv (Achromat). Weit verbreitet ist das aus 3 Linsen zusammengesetzte Triplet, z. B. Apotar, Cassar, Radionar, Triotar, Vaskar. Höheren Ansprüchen genügt das Objektiv aus 4 Linsen, z. B. Tessar, Elmar, Color-Skopar, Solinar, Xenar, Ysar; hierzu gehören auch die älteren Doppelanastigmaten. Objektive größeren Öffnungsverhältnisses (1:2 bis 1:1,4) erfordern eine weitere Steigerung der Linsenzahl auf im allgemeinen 6 bis 7, die teilweise verkittet sind, z. B. Biotar, Sonnar, Summarit, Nokton, Ultron, Heligon, Xenon. Für Sonderzwecke sind Objektive noch größeren Öffnungsverhältnisses entwickelt worden (z. B. Astrotachonar 1:1, Zeiß R-Biotar 1:0,85, Kodak Fluoro-Ektar 1:0,75). Für Aufgaben, bei denen es auf genaue Farbwiedergabe ankommt, z. B. in der Reproduktionstechnik, verwendet man die für drei Spektralfarben korrigierten Achromaten.

Die photographischen Platten, Filme und Papiere werden für den Negativ- oder Positivprozeß oder für das beide vereinigende Umkehrverfahren (Umkehrfilm) verwendet. Glasplatten werden heute noch verwendet, wenn es auf höchste Maßhaltigkeit, genaueste Planlage und Abstand vom Objektiv ankommt, wenn Spezialemulsionen benutzt werden, die sich durch Einwirken der Filmbestandteile verändern könnten, oder wenn das Material ins Hochvakuum gebracht werden soll (in der Elektronenmikroskopie). Soll im gleichen Apparat auch mit Filmen gearbeitet werden, so kann der in einem Rahmen gehaltene Planfilm (Formatfilm) eingelegt werden.

Auf der Rückseite des Trägermaterials ist bei Platten und Filmen meist eine Lichthofschuttschicht zur Verminderung der →Lichthöfe aufgetragen. Zwischen der Emulsionsschicht und dem Trägermaterial befindet sich eine Haftschrift, die ein „Abschwimmen“ in den Bädern verhindert. Beim Papier ist eine Barytschicht zwischengeschaltet (Barytpapier), die einen sauberen, hellen Untergrund liefert und ein zu starkes Eindringen der Bäder verhindert.

photographische Objektive:
1 Apotar, 2 Cassar, 3 Radionar,
4 Vaskar, 5 Tessar, 6 Color-Skopar, 7 Solinar, 8 Xenar, 9 Biotar, 10 Sonnar, 11 Nokton, 12 Ultron, 13 Heligon, 14 Xenon, 15 Teleobjektiv, 16 Weitwinkelobjektiv.

Anamorphotische Vorsatzlinsen liefern ein Bild mit nach Höhe und Breite verschiedenem Abbildungsmaßstab; sie werden z. B. beim →CinemaScopeverfahren verwendet. Eine künstler. Unschärfe (Porträtaufnahmen) wird mit Weichzeichner-Vorsatzlinsen erreicht. Bei

Die heute verwendeten *Entwicklungspapiere* (Gaslichtpapier, Bromsilber-, Chlorbromsilber-, Chlorsilberpapiere) unterscheiden sich für Kontaktabzüge und Vergrößerungen in ihrer Empfindlichkeit.

DIE HÄUFIGSTEN PHOTOGRAPH. FORMATE

Kleinbildfilm (35 mm)	Papiere
36er-Patrone	6,5 × 6,5 cm
= 36 Aufn. 24 × 36 mm	6,5 × 9,5 "
= 55 " 23 × 24 "	7,5 × 10,5 "
20er-Patrone	9 × 12 "
= 30 " 24 × 24 "	Postkarte (9 × 14 cm)
Karat-Patrone	Weltpostkarte
= 12 Aufn. 24 × 36 mm	(DIN A6)
Meterware	13 × 18 cm
in 5-, 17-, 30-, 60-m-Dosen	18 × 24 "
	24 × 30 "
	30 × 40 "
	50 × 60 "
Rollfilme	66 cm × 10-m-Rollen
A8 = 8 Aufn. 4 × 6,5 cm	132 cm × 10-m-Rollen
12 " 4 × 4 "	35 mm × 15-m-Rollen
16 " 3 × 4 "	35 mm × 60-m-Rollen
BII 8 = 8 Aufn. 6 × 9 cm	
12 " 6 × 6 "	
16 " 4,5 × 6 "	
D8 für die Formate auf Basis 6,5 × 11 cm	
Planfilme/Platten	Kleinstbildkameras
6,5 × 9 cm	arbeiten z. T. mit Spezialfilmen (z. B. Minnox: 50 Aufn. 8 mm × 11 mm), andere mit Schmalfilmmaterial
9 × 12 "	
10 × 15 "	
12 × 16,5 "	
13 × 18 "	
18 × 24 "	Normal- und Schmalfilme 35, 16, 9,5 und 8 mm Breite
24 × 30 "	

Die *photograph. Empfindlichkeit* (Lichtempfindlichkeit) für Schwarz-Weiß-Photographie wird in Dtl. durch DIN-Grade (DIN 4512) gekennzeichnet: höchstempfindliche Negativschicht etwa $\frac{1}{10}$ °DIN, mittelempfindliche $\frac{1}{16}$ °DIN usw. Wegen der logarithm. Abstufung entspricht ein Unterschied von $\frac{1}{8}$ °DIN einer Empfindlichkeitsänderung um den Faktor 2. In den Verein. Staaten wird die Empfindlichkeit in ASA-Graden angegeben, die numerisch abgestuft sind. Weitere Maßeinheiten der Empfindlichkeit sind Scheinergrade, BSI, Weston u. a.

EMPFINDLICHKEIT DES PHOTOGRAPH. AUFNAHME-MATERIALS

DIN	9/10°	12/10°	15/10°	18/10°	21/10°	24/10°
ASA	6	12	25	50	100	200
BSI	19°	22°	25°	28°	31°	34°
SCHNEIDER europ.	20°	23°	26°	29°	32°	35°
amerik.	15°	18°	21°	24°	27°	30°

Die *Gradation* gibt die Beziehung zwischen Belichtung und erzielter Schwärzung (Kontrast) an; sie wird mit einem Schwärzungsmesser (Densitometer) gemessen. Durch Zusatz von Sensibilisatoren (*Sensibilisierung*) läßt sich die *Farbenempfindlichkeit* auf das gelbgrüne (*orthochromatisches Material*), rote (*panchromatisches Material*) und ultrarote Gebiet (Ultrarotphotographie, z. B. für Fernaufnahmen) ausdehnen. Für Ultraviolett sind alle Schichten auch ohne Sensibilisierung empfindlich.

GESCHICHTE: Die Camera obscura war schon im Altertum bekannt. Die Lichtempfindlichkeit der Silbersalze entdeckte 1727 der deutsche Arzt JOHANN HEINRICH SCHULZE, er stellte nicht fixierbare Bilder her. NICÉPHORE NIEPCE soll 1822 als erster in der Camera obscura Aufnahmen von körperl. Gegenständen erzeugt haben; er benutzte als lichtempfindl. Präparat eine Auflösung von Asphalt in Lavendelöl, mit der er Metallplatten überzog. DÄGUERRE erzeugte 1839 durch Belichtung hochpolierter, silberplattierter Kupferplatten, die den Dämpfen

von Jod ausgesetzt waren, ein unsichtbares Bild, das durch Quecksilberdämpfe sichtbar gemacht (entwickelt) werden konnte (*Daguerrotypie*). Der engl. Arzt R. L. MADDOX erfand die Bromsilbergelatine-Trockenplatten (1871). H. W. VOGEL entdeckte 1871 die Möglichkeit der Sensibilisierung, 1887 verwandte H. GOODWIN zum erstenmal den Zelluloidfilm als Träger der lichtempfindl. Schicht.

W. BEUTLER: *Meine Dunkelkammer-Praxis* (*1961); G. BLITZ: *Die prakt. Farben-P.* (*1961); A. FEININGER: *Die hohe Schule der P.* (1961); H. GRAEWE: *Die physikal. und chem. Grundlagen der P.* (1960); R. GRITZNER: *Handb. d. Kamerakunde* (*1958); H. WINDISCH: *Neue Photoschule*, 3 Bände (1958–60); E. MUTTER: *Die Technik der Negativ- und Positivverfahren* (1955).

Photogravüre, → Heliogravüre.

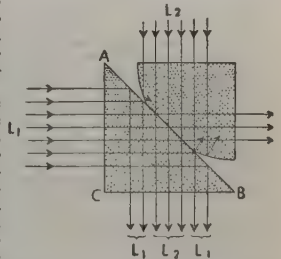
Photoketten, ELEKTROCHEMIE: galvanische Ketten mit lichtempfindlichen Elektroden (z. B. Platin in Silberchlorid oder Uranylsulfatlösung), deren Potential sich bei Belichtung verändert.

Photokopie, die photograph. Herstellung originalgleicher Zweitstücke von Dokumenten, Akten, Buchseiten u. a. Die P. haben Urkundenwert.

Photolyse, → Photochemie.

Photometrie umfaßt die Maßeinheiten und die Meßtechnik für Licht. Die von der Flächeneinheit (1 cm²) der Lichtquelle in ein bestimmtes Raumwinkel-element ausgestrahlte Lichtstrahlung ist die in → Stilb (abgek. sb) gemessene *Leuchtdichte B* (oder *L*) der Lichtquelle in dieser Richtung. Die Einheit wird durch eine Öffnung in einem → schwarzen Körper bei 2042°K repräsentiert, der 60 sb zugeordnet sind. Die *Lichtstärke I* ist die Lichtausstrahlung der gesamten leuchtenden Fläche *f* in bestimmter Richtung in das Raumwinkel-element:

$I = B \cdot f$. Eine $\frac{1}{60}$ cm² große Öffnung jenes schwarzen Körpers stellt die Einheit der Lichtstärke *I*, 1 → Candela (cd), dar. In den Raumwinkel ω strahlt die Lichtquelle mit der Lichtstärke *I* den Lichtstrom $\Phi = I \cdot \omega$ (*I* nach allen Richtungen hin als gleich vorausgesetzt). In den gesamten Raum ($\omega = 4\pi$) wird also der Lichtstrom $\Phi = 4\pi I$ gestrahlt. Die spezifische Lichtausstrahlung *R* ist das Verhältnis des abgestrahlten Lichtstroms zu der (in cm² gemessenen) Fläche: $R = \Phi / f$ lm/cm². Die *Beleuchtungsstärke E* auf einer Fläche ist gleich dem Lichtstrom, der (die hier in m² gemessene) Fläche trifft: $E = \Phi / F$ lx. Sie ist andererseits gegeben durch die Lichtstärke *I* der Lichtquelle und den Abstand der (senkrecht zur Lichtrichtung gedachten) Fläche von der Lichtquelle: $E = I / r^2$ Lux (abgek. lx; *r* in m gemessen). Die Helligkeit, in der eine beleuchtete Fläche erscheint, also ihre *Leuchtdichte B*, hängt von der Beleuchtungsstärke *E* und vom Reflexionsgrad ρ ab: $B = E \cdot \rho$; hierbei wird *B* in Apostilb gemessen (1 asb = 1 sb/10⁴ π), wenn *E* in lx angegeben ist. Liegt die Beleuchtungsstärke *E* lx während *t* s auf der Fläche, so erfährt sie die *Belichtung H* = *E* · *t* Luxsekunden (lx s); strahlt die Lichtquelle *t* s lang den Lichtstrom Φ ab, so liefert sie die *Lichtmenge Q* = $\Phi \cdot t$ Lumensekunden (lms). Alle diese Größen sind mit dem spektralen → Hellempfindlichkeitsgrad des helladaptierten Auges des photometr. Normalbeobachters bewertet. Sollen sich die Werte auf das Nachtsehen beziehen, so spricht man von Dunkel-leuchtdichte usw. Die Einheit der *Dunkelleuchtdichte*



Photometrie: Photometerwürfel nach Lummer-Brodhun; L₁ und L₂ Licht der zu vergleichenden Lichtquellen.

photometrisches Strahlungsäquivalent – Photozelle

heißt *Skot* (sk), die der Dunkelbeleuchtungsstärke *Nox* (nx).

Zur Messung dieser Größen dienen die *Photometer*. Mit ihnen werden die Strahlungen einer bekannten und der zu messenden Lichtquelle mit dem Auge als lichtempfindl. Organ verglichen (*visuelle P.*); neuerdings werden vielfach lichtelektr. Photometer (*physikal. P.*) benutzt, die aber nur dann als Photometer gelten können, wenn ihre spektrale Empfindlichkeit der Hellempfindlichkeit des Normalbeobachters angepaßt ist. In den visuellen Photometern werden die Leuchtdichten in einem Gesichtsfeld verglichen und auf Gleichheit gebracht. Dazu muß die Strahlung einer der beiden Lichtquellen meßbar geschwächt werden können, z. B. auf der Photometerbank durch Entfernungänderung; dadurch wird die Beleuchtungsstärke auf der Auffangfläche des Photometers gemäß $E = I/r^2$ geändert. Als Vergleichsinstrument dient heute hierbei meist der *Photometeraufsatz* nach LUMMER-BRODHUN, der gewöhnlich zwischen den beiden feststehenden Lichtquellen auf der Bank verschoben wird. Andere Verfahren zur meßbaren Lichtschwächung sind der rotierende Sektor, die Polarisation, die Veränderung von Blenden oder Graukeile. Jedes visuelle Photometer muß ein zweiteiliges Gesichtsfeld haben, dessen beide Teile möglichst symmetrisch liegen und scharf aneinander grenzen müssen. Es wird auf gleiche Leuchtdichte (gleiche Helligkeit) der Gesichtsfeldhälften eingestellt.

Zur direkten Messung des gesamten Lichtstromes wird die Lichtquelle in die Mitte einer innen mattweiß gestrichenen Hohlkugel, der *Ulbrichtschen Kugel*, gesetzt. Die auf der Kugelwand an einer nicht direkt beleuchteten Stelle erzeugte Beleuchtungsstärke ist dem Gesamtlichtstrom proportional; der Proportionalitätsfaktor kann durch Eichung bestimmt werden.

Die visuelle P. liefert nur dann zuverlässige Werte, wenn die zu vergleichenden Lichter gleichfarbig sind. Bei Verschiedenfarbigkeit müssen besondere Verfahren angewendet werden (*heterochrome P.*), von denen das Flimmerverfahren besonders gebräuchlich ist. Dabei werden die beiden Strahlungen in mäßig raschem, periodischem Wechsel dem Auge dargeboten und auf Verschwinden oder Minimum des Flimmerns eingestellt (*Flimmerphotometer*). Eine andere Methode besteht in einem Farbgleich der Vergleichslichtquelle durch geeignete bekannte $\rightarrow$ Lichtfilter (Filterverfahren).

O. REEB: Grundlagen der P. (1961); R. HERRMANN – I. ALKEMADE: Flammen-P. (*1960).

photometrisches Strahlungsäquivalent, Verhältnis des Lichtstroms einer monochromatischen Strahlung in Lumen zur physikal. Leistung dieser Strahlung in Watt. Bei der maximalen Hellempfindlichkeit des Auges (555 mμ) hat das p. S. einen Wert von etwa 680 lm/W ($\rightarrow$ Photometrie).

Photomontage, Zusammensetzung von Teilen verschiedener Aufnahmen und nochmalige photograph. Aufnahme; bes. in der Werbung, auch in der subjektiven Photographie.

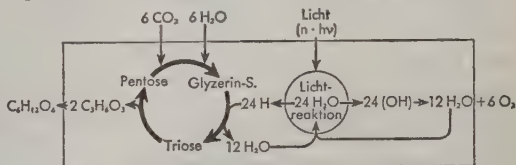
Photon, gleichbedeutend mit $\rightarrow$ Lichtquant.

Photoscan, in den Verein. Staaten entwickeltes Verfahren der Bildtelegraphie zur Fernübertragung von Bildern, Herstellung von Druckformen, Farbkorrekturen beim Druck und Kopieren u. ä.; die Vorlage wird mit einem Raster von 10000 Linien abgetastet.

Photosphäre, die strahlende Oberflächenschicht der $\rightarrow$ Sonne; Sitz der Sonnenflecken.

Photosynthese, die Bildung organischer Substanz aus Kohlendioxid und Wasser bei grünen Pflanzen, die sich im Licht und unter Mitwirkung des Chlorophylls vollzieht. Im Licht wird Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff gespalten (Photolyse). Der Sauerstoff wird abgegeben, der Wasserstoff dient in Dunkelreaktionen zur Reduktion und Hy-

drierung des aufgenommenen Kohlendioxids, entsprechend: $\text{CO}_2 + 4\text{H} \rightarrow \text{H}-\text{C}-\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$. Der vollständige, sehr verwickelte Gang der Dunkelreaktionen wurde 1956 von M. CALVIN (Nobelpreis 1961) aufgeklärt; er stellt einen enzymatisch gesteuerten Zyklus dar, in dem Zuckerarten mit 3, 4, 5, 6 und 7 Kohlenstoffatomen auftreten und aus dem schließlich Saccharose (Rohrzucker) abgezweigt wird.



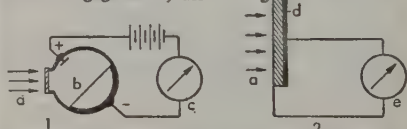
Gesamtverlauf der Photosynthese (schematisch, nach CALVIN, aus W. TROLL: Allg. Botanik, 1959).

Phototheodolit, Kombination von Theodolit und Meßkammer zur Herstellung von Meßbildern in der terrestrischen $\rightarrow$ Photogrammetrie.

Photowiderstand, *Photoleiter*, meist ein $\rightarrow$ Halbleiter (Selen, Kupfer(I)-oxid, Bleisulfid), dessen elektr. Widerstand bei Strahlungseinwirkungen durch photoelektrisch abgelöste Elektronen vermindert wird, angewendet bei Relais- und Signalanlagen.

Photozelle, *lichtelektrische Zelle*, dient zur Umwandlung von Lichtschwankungen in Stromschwankungen. Die Grundlage der P. bildet der lichtelektrische Effekt.

Die auf dem äußeren Photoeffekt beruhende *Vakuum-P.* (ELSTER und GEITEL, 1893) ist ein hoch-evakuiertes Glas- oder Quarzgefäß, das eine lichtempfindl. Schicht (*Photokathode*) enthält; ihr steht eine meist netz- oder schleifenförmige, durch Batterie positiv aufgeladene Elektrode gegenüber, die



Photozelle: 1 Alkali-Photozelle; a Licht, b Photokathode, c Strommesser. 2 Sperrschichtphotozelle; a Licht, b durchsichtige Metallelektrode, c Selen-schicht, d undurchsichtige Metallelektrode, e Strommesser.

die bei Lichteinfall aus der Photokathode ausgelösten Elektronen absaugt. Die Photokathoden bestehen aus einem Trägermetall (Silber), einer Zwischenschicht (Alkalioxid) und einer adsorbierten Alkalimetallschicht. Die größte techn. Bedeutung hat eine P. mit Silber-Zäsumoxid-Zäsum-Photokathode, die auch für ultrarotes Licht empfindlich ist. Der Photostrom ist proportional der Intensität des eingestrahelten Lichtes und folgt dessen Schwankungen trägeheitslos; er ist aber so gering (10^{-8} bis 10^{-9} A/Lx), daß er verstärkt werden muß.

Die auf dem inneren Photoeffekt beruhende *Sperrschicht-P.* (Photoelement, B. LANGE und B. SCHOTTKY, 1930) besteht aus einer Metallplatte als Grundelektrode, einer dünnen Halbleiterschicht und einer lichtdurchlässigen Deckelektrode, die entweder durch ein aufgedrehtes Drahtnetz oder eine sehr dünn aufgedampfte Metallschicht gebildet wird. Als photoelektrisch wirksame Halbleiter werden Kupfer (I)-oxid, Selen, Thalliumsulfid und verschiedene Selenide benutzt. Wird durch die lichtdurchlässige Deckelektrode belichtet, so fließt bei einem geschlossenen äußeren Stromkreis (ohne Batterie) zwischen Deckelektrode und Grundelektrode ein Photostrom, der bis zu einer Zehnerpotenz größer ist als bei einer Vakuum-P. Für die Entstehung des

Photostromes spielt die Ausbildung einer hoch-ohmigen Sperrschicht zwischen Halbleiter und Deckelektrode eine Rolle, durch die die Elektronen aus dem Halbleiter gesaugt werden.

P. haben eine große Bedeutung erlangt, z. B. beim →Fernsehen und in der Tonfilmtechnik, bei der lichtelektrischen Steuerung, zur Sortierung von Waren oder Werkstücken, zur Steuerung von Maschinen nach bedruckten Schablonen, bei Lichtschranken u. ä. Sperrschicht-P. werden besonders im elektr. Belichtungsmesser benutzt.

W. SCHULZ – H. D. METHKE: Photoelemente und Kristallphotozellen (1956).

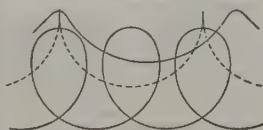
Phthaleine, zu den Triphenylmethan-Derivaten gehörige organ. Verbindungen, die aus Phthalsäureanhydrid und Phenolen oder Aminophenolen unter Wasseraustritt entstehen. Das *Phenolphthalein*, eine farblose Substanz, löst sich in Alkalien mit kräftig roter Farbe; bei der Neutralisation mit Säuren wird die Lösung sofort wieder entfärbt. Man benutzt es deshalb als Indikator bei der Alkalimetrie. Medizinisch wird Phenolphthalein als Abführmittel verwendet. Einige P. finden als Farbstoffe Verwendung.

Phthalozyanine, leuchtend blaue bis grüne, außerordentlich farbkraftige Pigmentfarbstoffe, sehr beständig gegen Licht, Hitze, Alkalien und Säuren. Die Konstitutionsformel enthält im Kern gebundenes Metall, z. B. Kupfer, Eisen, Kobalt, und ähnelt der des im Chlorophyll und Hämoglobin eingebauten Porphyrins.

Phthalsäure, Benzol-o-dikarbonsäure, $C_6H_4(COOH)_2$, wird durch katalyt. Oxydation von Naphthalin mit Luftsauerstoff hergestellt. *Phthalsäureanhydrid* ist Ausgangsstoff zur Herstellung der →Phthalozyanine.

Phygoidbewegung, Längsbewegung, die ein Flugzeug unter der Annahme ausführen würde, daß Schub und Luftwiderstand sich in jedem Augenblick gegenseitig aufheben und der Anstellwinkel konstant bleibt.

Man kann drei Typen von Bahnkurven unterscheiden: eine sinusartige Form, eine dem Looping entsprechende und eine Form mit vertikaler Spitze. Ein wirkliches Flugzeug fliegt nicht solche Kurven; man kann sie aber angenähert erhalten, wenn man ein Papiermodell mit verschiedenen Geschwindigkeiten losfliegen läßt.



Phygoidbewegungen: typische Bahnkurven

Phyllit, sehr feinkörniges bis dichtes schieferiges Gestein von meist grünlich-grauer Farbe, besteht wesentlich aus Quarz, Muskowit (Serizit) und Chlorit; verbreitet in altkristallinen Gebirgen.

Physik, die Lehre von solchen Naturvorgängen, die der experimentellen Erforschung, der messenden Erfassung und mathemat. Darstellung zugänglich sind und allgemeingültigen Gesetzen unterliegen. Von der *Chemie*, die ebenfalls exakte Naturgesetze erforscht, unterscheidet sich die P. durch stärkere Konzentration auf das Quantitative, mathematische Ausdrückbare, und auf solche Gesetzmäßigkeiten, die auch von der Auswahl der untersuchten Substanzen unabhängig sind; das Grenzgebiet der *physikal. Chemie* nimmt hier eine vermittelnde Stellung ein. Die ältere Einteilung der P. in →Mechanik, →Akustik, →Thermodynamik, Elektrodynamik (→Elektrizität), →Optik – wobei die Optik der Elektrodynamik eingeordnet werden kann – entspricht nicht mehr ganz den durch →Relativitätstheorie und →Quantentheorie herbeigeführten Wandlungen. Wesentlich ist die moderne Unterscheidung von *Makrophysik* und *Mikrophysik*. Die Relativitätstheorie gehört noch zur Makrophysik und kann als deren abschließende Vervollendung gelten; ihre Gesetze gelten jedoch auch noch für die Mikrophysik, in der die Atomistik und die Quanten-

erscheinungen voll zur Geltung kommen. Im heutigen Stand der Erkenntnis sind die quantentheoret. Gesetze der Mikrophysik grundsätzlich geklärt, soweit es sich um die Elektronenhüllen der Atome handelt; grundsätzlich sind damit auch die chem. Valenzkräfte erklärt, so daß die Chemie der P. eingeordnet wird, obwohl sie praktisch selbständig bleibt. Die für die Atomkerne geltenden Gesetze sind weithin, aber nicht ohne Rest theoretisch verstanden (→Kernphysik). Darüber hinaus hat sich jedoch ein weites Forschungsfeld eröffnet durch die Entdeckung neuer →Elementarteilchen. Die hier gültigen Naturgesetze sind erst zum kleinsten Teil bekannt.

GESCHICHTE (vgl. Zeittafel Technik). Den ersten experimentellen Untersuchungen des Altertums verdankte ARCHIMEDES (3. Jahrh. v. Chr.) seine Entdeckung der Hebelgesetze und des Auftriebs. Fortschritte brachte erst der Ausgang des MA. GALILEI (1609), KEPLER (1618) und NEWTON (1687) begründeten durch planmäßige Beobachtungen und Versuche und durch theoret. Überlegungen die klassische Mechanik einschl. der Himmelsmechanik, GILBERT schuf erste Ansätze zur Elektrostatik, SNELLIUS (1626), DESCARTES und HUYGENS bildeten sich auf Grund von Experimenten erste Vorstellungen über das Wesen des Lichts. Nach der theoret. Vervollkommen der Mechanik setzte um die Mitte des 18. Jahrh. eine rasche Entwicklung der Elektrizitätslehre ein, die im 19. Jahrh. durch MAXWELL (1865) mit der Optik vereint wurde. Inzwischen hatte sich auch die Wärmelehre zu einem umfangreichen Forschungsgebiet entwickelt; sie gab zusammen mit den sich häufenden Hinweisen auf die atomistische Struktur der Materie und der Elektrizität an der Wende des 20. Jahrh. den Anlaß zur Aufstellung der Quantentheorie durch PLANCK (1900). Die folgerichtige Entwicklung führte zur Theorie des Atombaus (BOHR, 1913) und zur Quantenmechanik und Wellenmechanik der Atome (DE BROGLIE, HEISENBERG, SCHRÖDINGER, BORN, JORDAN, DIRAC, 1926–29). Fast unabhängig von dieser Entwicklung lieferte die Relativitätstheorie (EINSTEIN, 1905 und 1915) unerwartete Einblicke in die Zusammenhänge von Raum und Zeit und in die Natur der Gravitation. – Die Experimental-P. erlebte ab 1930, gefördert durch immer größeren materiellen Aufwand, eine neue Blüte in der →Kernphysik. Arbeiten von HAHN, MEITNER u. a. führten zur Entdeckung der Uranspaltung und schließlich zur prakt. Gewinnung der Atomenergie (1941). Parallel laufen theoret. Überlegungen zur Kosmologie (EINSTEIN, DE SITTER u. a.) und zur Kosmogonie (JORDAN). – Die Hauptaufgabe wird von der gegenwärtigen P. in einer Synthese von Quantentheorie und Relativitätstheorie gesehen; die eng damit zusammenhängenden Fragen nach der Struktur der Elementarteilchen und der Struktur von Raum und Zeit versucht man auf mathemat. und experimentellem Wege einer Lösung näher zu bringen.

Allgemeines. Handbücher. Physikal. Taschenbuch, hg. v. H. EBBERT (*1962); J. D'ANS u. B. LAX: Tbl. für Chemiker und Physiker (*1963); Hb. d. P., hg. v. S. FLÜGGE, 54 Bde. (1955f.). – *Experimentalphysik*, W. WESTPHAL: P. (*1959); R. W. POHL: Einf. in die P., 3 Bde. (I: *1962, II: *1961, III: *1958); F. KOHLRAUSCH: Lehrb. der prakt. P., 2 Bde. (*1960/62). – *Theoretische P.* A. SOMMERFELD: Vorles. über theoret. P., 6 Bde. (I: *1962, II: Bearb. E. FÜSS *1957, III: Bearb. F. BOFF/J. MEIXNER *1961, IV: Bearb. F. BOFF/J. MEIXNER *1959, V: Bearb. F. BOFF/J. MEIXNER *1962, VI: Bearb. F. SAUTER *1958); W. WEIZEL: Lehrb. der theoret. P., 2 Bde. (*1955/58); C. SCHÄFFER/M. PÄSLER: Einf. in die theoret. P., 3 Bde. (I: *1962, II: *1955, III: *1950/51); F. HUND: Theoret. P., 3 Bde. (I: *1956, II: *1957, III: *1956). – *Philosophie und P.* A. MARCH: Natur und Erkenntnis (1948); ders. u. F. CAP: Die physikal. Erkenntnis und ihre Grenzen (*1960); W. HEISENBERG: Wandl. in den Grundl. der Naturwiss.

physikalische Konstanten – Pipeline-Theorie

(1959); P. JORDAN: Atom und Weltall (1960); C. F. V. WEIZSÄCKER: Die Gesch. der Natur (1958). Weiteres → Naturphilosophie. – Gesch. der Physik. M. VON LAUE: Gesch. der P. (1950); J. JEANS: Der Werdegang der exakten Wiss. (1948). – Zeitschriften. Annalen der P. (seit 1799); Naturwiss. (seit 1912); Ztschr. für P.; Ztschr. für Naturforschung; Ergebnisse der exakten Naturwiss., Physikal. Berichte; Physikal. Blätter; Physikal. Verhandl.; Ztschr. für Angew. P.; Fortschritte der P.

physikalische Konstanten, Naturkonstanten, in den physikal. Gesetzen vorkommende Konstanten, z. B. die Lichtgeschwindigkeit c , das Plancksche Wirkungsquantum h , die Ladung e des Elektrons, die Gravitationskonstante u . a. Während die genannten Beispiele dimensionsbehaftet sind, also Zahlwerte haben, die von den zugrunde gelegten physikal. Maßeinheiten abhängen, gibt es auch dimensionslose $p. K.$ wie die Feinstrukturkonstante $2\pi e^2/hc$.

Physoytogmin, $Eserin$, $C_{15}H_{21}O_5N_3$, das Alkaloid der Kalabarbohne; wirkt erregend auf das parasympath. Nervensystem und in höheren Gaben stark giftig durch Lähmung des Zentralnervensystems und Atemlähmung; wird medizinisch verwendet.

Phytohormone, → Pflanzenhormone.

Phytol, $C_{30}H_{62}OH$, ein ungesättigter Alkohol, der sich als Ester im Chlorophyll findet.

pl, π , die Zahl 3,1415926536... → Ludolfsche Zahl.

Pickhammer, BERGBAU: der Abbauhammer.

pico, **piko**-, abgek. p , vor Maßeinheiten: 10^{-12} , → metrisches System.

Pier, HAFENBAU: ortsfeste Anlegestelle für Schiffe, senkrecht zum Ufer vorgebaut.

Piezoelektrizität, Piezoeffekt, die elektrische Aufladung mancher → Kristalle durch mechanischen Druck (P. CURIE, 1883). Die Aufladung hat stets entgegengesetztes Vorzeichen an den beiden Enden ausgezeichneter Richtungen, der **elektrischen Achsen**. Die P. beruht auf der Polarisation der Atome, der Verschiebung der äußeren Elektronenhülle gegenüber dem Atomrumpf. Durch elektr. Felder kann umgekehrt Kompression und Dilatation, durch elektr. Wechselfelder mechanische Schwingung im Kristall erzeugt werden. Piezoelektrische Kristalle werden in der Hochfrequenztechnik als Schwingquarze (Quarzuhr, quartzgesteuerte Sender u. a.) und elektr. Filter sowie in der Ultraschall-Technik in den Generatoren verwendet; sie dienen zur Messung mechan. Verformungen und hoher Drucke.

Piezometer, Gerät zur Messung der Kompressibilität von Flüssigkeiten. Die Flüssigkeit füllt einen oben geschlossenen Glaskolben, der nach unten in eine Röhre ausläuft. Diese taucht in eine Wanne mit Quecksilber, das die Flüssigkeit abschließt. Das Ganze befindet sich in einem Gefäß mit Wasser, das von außen unter Druck gesetzt wird. Aus dem Steigen des Quecksilberspiegels kann die Volumenabnahme der Flüssigkeit ermittelt werden.

Piez Quarz, → Schwingquarz.

Pigmente, früher **Pigmentfarben**, farbbgebende Stoffe, die von den Bindemitteln aufgenommen, aber nicht gelöst werden. Nach der 1954 vom Deutschen Normenausschuß getroffenen Vereinbarung bezeichnet man farbige chem. Verbindungen, die löslich sind, im Gegensatz zu den P. als **Farbstoffe**; diese können durch Verlackung in P. umgewandelt werden („Farblacke“).

Pikrinsäure, Trinitrophenol, $C_6H_3(NO_2)_3OH$, entsteht beim Erhitzen vieler Benzolderivate mit Salpetersäure. Die P. und ihre Salze, die **Pikrate**, sind explosiv. Sie wurde früher viel als Sprengstoff in Granaten verwendet (Ekrafit, Melinit, Lyddit), später jedoch meist durch Trinitrotoluol verdrängt.

Pikrit, grünlichschwarzes paläozoisches Ergußgestein mit den Gemengteilen: serpentinisierter Olivin, Augit, etwas Hornblende und Biotit. P. findet sich im Vogtland, im Fichtelgebirge (hier **Paläopikrit** genannt), in Hessen-Nassau.

Pile, → Reaktor.

pillieren, gehobelte Rohseife mit Geruch- und Farbstoffen, auch mit Pharmazeutika, auf einem Walzensystem gründlich und gleichmäßig durcharbeiten.

Pilotballon, ein kleiner wasserstoffgefüllter Ballon zur Messung des Höhenwindes, wird vom Boden her mit Theodoliten oder mit elektr. Peilverfahren (→ Radiosonde) verfolgt.

Pilzdecke, eine Stahlbetonskelettdcke, bei der die kreuzweise armierte Platte unterzuglos mit der tragenden Stütze fest verbunden wird.

Pinakryptol, Farbstoffe zur Herabsetzung der Lichtempfindlichkeit photograph. Schichten nach der Belichtung, um diese bei hellerem Licht entwickeln zu können (P.-Grün, P.-Gelb, P.-Weiß).

Pinch-Effekt, Quetscheffekt, Schnüreffekt, die Erscheinung, daß beim Zünden einer elektr. Entladung genügend großer Entladungsstromstärke in einem gasgefüllten Rohr (mit Elektroden an beiden Rohrenden) sich der Entladungskanal zu einem sehr dünnen, außerordentlich heißen und stark komprimierten Schlauch zusammenzieht. Dieses Zusammenziehen wird von dem Eigenmagnetfeld des fließenden Stromes bewirkt. Der P. und seine Stabilisierung spielen eine entscheidende Rolle bei Experimenten zur → Kernverschmelzung.

Pinen, $C_{10}H_{18}$, ein zu den Terpenen gehörender Kohlenwasserstoff, Hauptbestandteil des Terpentins und Wacholderöls sowie der Fichtenöle, → Kampfer.

Pinenöl, ein großtechnisch aus zerkleinertem Fichtenholz destilliertes amerikan. Öl, Hauptquelle für → Terpeneol. Daneben enthält P.-Pinen und β -Pinen, Limonen, Dipenten, Cineol, Fenchylalkohol, Borneol, Camphen, Kampfer, Methylchavicol, die als solche oder auf synthet. Riechstoffe verarbeitet werden.

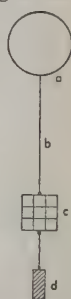
Pinole, ein in Längsrichtung verschiebbares Maschinenteil von meist kreiszylind. Form, z. B. im Reitstock einer → Drehbank.

Pin sel, ein Handwerkzeug zum Auftragen von Flüssigkeiten oder zum Abstäuben. Gebräuchlich sind Schweineborsten, gemischt mit Pflanzenfasern, synthet. Borsten für grobe, Ohrenhaare von Kalb, Ziege, Kamel für mittlere Haare von Eichhörnchen, Bär, Dachs (Rasier-P.), Iltis, Marder u. a. für feine P., Fischotterhaare für P. für Optiker, Vergolder.

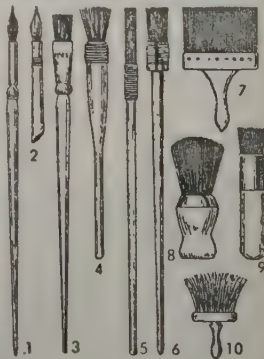
Pionen, die π -Mesonen (→ Mesonen).

Pipeline, Rohrleitung, bes. größeren Durchmessers, für → Erdöl, Erdgas oder Raffinerieprodukte.

Pipeline-Theorie, eine Theorie, nach der die Ausbreitung von Radarpulsen und → Whistlern in der hohen Atmosphäre dadurch begünstigt oder überhaupt ermöglicht wird, daß dort die Elektronenverteilung eine längs der erdmagnetischen Kraftlinien ausgerichtete („fibröse“) Struktur aufweist. Dadurch soll eine Führung der Wellen wie in Hohlleitern längs des Magnetfeldes auftreten. Diese



Pilotballon mit Radiosonde: a Ballon, b Sendenantenne, c Drahtgitter als Reflektor, d Radiosonde mit Sender.



Pinsel: 1 Marderhaarpinsel, 2 Fischalmerei, 3 Flachpinsel (für Ölmalerei), 4 Kluppenpinsel, 5 Strichzieher (Schlepper), 6 Ringpinsel (abgebunden), 7 Flachpinsel (zum Verputzen), 8 Rasierpinsel, 9 Schablonenpinsel, 10 Staubpinsel.

Annahme wurde bisher noch nicht durch direkte Beobachtung bestätigt.

Piperazin, $C_4H_{10}N_2$, zyklische organische Base, die in Wurmmitteln Verwendung findet. Technische Nutzung auch als Vulkanisationsbeschleuniger.

Piperin, $C_{17}H_{14}NO_2$, ein in Pfefferarten vorkommendes Alkaloid, wird beim Kochen mit Alkali in Piperidin und Piperinsäure gespalten. **Piperidin**, $C_5H_{11}N$, ist eine giftige organische Base, die zentrale und periphere Lähmungen bewirkt; noch giftiger sind die höheren Glieder der homologen Reihen, deren Anfangsglied das P. ist.

Pipette, geeichter Stechheber zum Abmessen von Flüssigkeiten (→ Heber). In der Gasanalyse verwendet man *Absorptions-P.* aus Glashohlkugeln.

Piqué, Gewebe mit reliefartiger Musterung. Die tiefen Einschnitte werden durch eine straff gespannte Steppkette gebildet und die Musterflächen durch einen Füllschuß aufgepolstert.

Pisebau, jede Bauweise, bei der Wände und Decken des Gebäudes durch Einstampfen einer breiigen, später erhärtenden Masse (z. B. Beton, Lehm) zwischen Schalungsformen hergestellt werden.

Pistole, einhändige → Handfeuerwaffe. Die heutigen **Selbstlade-P.** haben beweglichen Lauf und starr verriegelten Verschuß oder feststehenden Lauf und halbstar oder unstarr verriegelten Verschuß. Nach dem Schuß wird durch den Rückstoß die Hülse aus-

geworfen, neu geladen und gespannt.

Maschinen-P., → Maschinenwaffen.

Pitotrohr, Pitotische Röhre, ein rechtwinklig gebogenes offenes Rohr zur Messung des Gesamtdruckes einer Strömung. Die eine Öffnung wird senkrecht zur Strömung gestellt, an der anderen wird ein Manometer angeschlossen. Vor der Rohröffnung kommt die Strömung zur Ruhe, im Rohr stellt sich der Gesamtdruck ein.

Plagioklas, → Feldspat.

Plan, eben. **Plankonvax** heißen Linsen, die auf einer Seite p., auf der anderen → konvax sind; entsprechend **plankonvex**.

Planck, Max (TAPEL Naturforscher und Erfinder), Physiker, * 1858, † 1947, Prof. in Berlin und Göttingen. Durch die von ihm begründete → Quantentheorie ist die Physik grundlegend umgestaltet worden. Seine Hauptarbeitsgebiete waren Strahlungstheorie und Thermodynamik. P. veröffentlichte u. a. eine »Einführung in die theoret. Physik« (5 Bde., 1930–37), »Vorträge und Brinnerungen« (1949), »Das Weltbild der neuen Physik« (1952). 1918 Nobelpreis. 1948 wurde die **Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften** in Göttingen gegründet, die die Aufgaben der ehemaligen Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft übernommen hat.

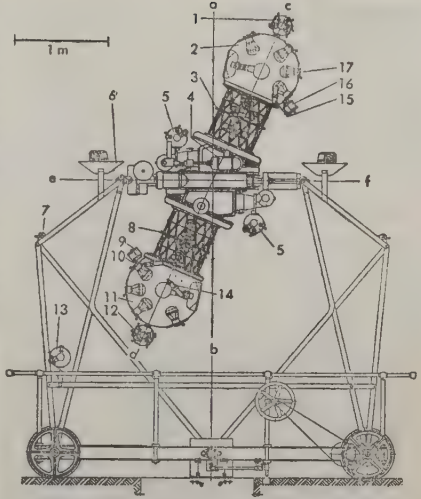
H. HARTMANN: M. P. als Mensch u. Denker (*1953).

Plancksches Wirkungsquantum, → Quantentheorie.

Planetarische Nebel, → Nebel.

Planetarium, eine Vorrichtung zur anschaulichen Darstellung des Fixsternhimmels und der scheinbaren Bahnen von Sonne, Mond und Planeten. Durch Projektion an die Innenfläche einer Halbkugel kann das Aussehen des Fixsternhimmels und die Stellung von Sonne, Mond und Planeten während eines langen Zeitraums und für verschiedene Beobachtungsorte wiedergegeben werden. Die ersten P. hatten nur etwa 10 m Durchmesser, die heutigen meist 20–25 m.

Planeten, **Wandelsterne** (TAPEL Sonne und Sonnensystem), Himmelskörper, die sich nach den Keplerschen Gesetzen in elliptischen Bahnen um die Sonne bewegen (ÜBERSICHT S. 426). Die



Planetarium (Schema und Ansicht des Zeiß-Planetariums): a–b Polarachse, senkrecht zur Äquatoralebene; c–d Ekliptikachse, senkrecht zur Erdbahnebene, bildet mit der Polarachse einen Winkel von $23,5^\circ$; e–f Horizontalachse. 1 Kugel mit 15 Projektoren für nördl. Sternbildnamen; 2 nördl. Fixsternkugel (16 Projektoren); 3 Planetengerüst für Saturn, Sonne, Mond mit Doppelprojektoren für jedes dieser Gestirne; 4 Jahreszähler; 5 Kugel mit 6 Projektoren für äquatoriales Gradnetz und Ekliptik; 6 Raumleuchte für Weiß- und Blaulicht; 7 Horizontleuchten für Dämmerung; 8 Planetengerüst für Merkur, Venus, Mars, Jupiter, mit Doppelprojektoren für jeden dieser Planeten; 9 südlicher Milchstraßenprojektor; 10 Projektor für Algol; 11 südliche Fixsternkugel mit 16 Projektoren; 12 Kugel mit 15 Projektoren für südliche Sternbildnamen; 13 zwei Kugeln mit je 2 Projektoren für Meridian; 14 Projektor für Sirius; 15 Projektor für Delta Cephei; 16 nördl. Milchstraßenprojektor; 17 sechzehn Fixsternprojektoren.

heute bekannten 9 P. sind, mit zunehmender Entfernung von der Sonne: Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun und Pluto. Die letzten 3 sind mit freiem Auge nicht sichtbar. Die mit unbewaffnetem Auge sichtbaren P. waren schon im Altertum bekannt, Uranus wurde 1781 (W. HERSCHEL), Neptun 1846 (GALLE), Pluto 1930 (C. TOMBAUGH) entdeckt. Die 4 ersten heißen die **erdähnlichen** (dazu gehört vielleicht auch Pluto), die anderen die **großen P.** Die Erdbahn trennt die **inneren P.** Merkur und Venus von den **äußeren**. Jene entfernen sich auf ihrer scheinbaren Bahn am Himmel nie weit von der Sonne und sind deshalb in östl. Elongation nur als Abendsterne, in westl. Elongation nur als Morgensterne sichtbar. Die äußeren P. können den ganzen Gürtel der Ekliptik durchlaufen und daher auch in Opposition zur Sonne gelangen. Die von der relativen Konstellation Erde–Sonne–P. abhängige → Phase tritt nur bei den inneren P., allenfalls noch bei Mars, deutlich in Erscheinung. Alle P., bei denen eine Rotation festgestellt wurde, drehen sich rechtläufig um ihre Achse, deren Neigung gegen die Bahnebene nicht sehr vom irdischen Wert (67°) abweicht. Nur bei Uranus liegt die Rotationsachse fast in seiner Bahnebene. Einzelheiten wie Oberflächenbeschaffenheit, Atmosphäre u. a. vgl. die Einzelstichwörter; ferner → Albedo, → Abplattung. – Die Zeit, die ein P. zu einem Umlauf um die Sonne braucht, heißt **Planetenjahr**. – Abgesehen von den inneren P. und Pluto sind bei allen P. → Monde bekannt. – **Planetensystem**, → Sonnensystem.

Kleine P., → Planetoiden.

PLANETEN										
Planet	astr. Zeichen	Masse (Erde = 1)	mittl. Dichte (Wasser = 1)	Volumen (Erde = 1)	Rotation	Entfernung von der Sonne Mio km	Umlaufzeit	Neigung gegen die Ekliptik	Oberflächen-temperatur °C	mittl. Helligkeit
Merkur	☿	0,037	3,12	0,066	88α (?)	58	88 Tage	7°0'	-100-+400	0,0
Venus	♀	0,815	4,70	0,970	15-30α (?)	108	225 "	3°24'	-25-+60	-3,7
Erde	♁	1,012 ¹⁾	5,52	1,000	23 ^h 56 ^m	149	1,00 Jahr	0°0'	14	-
Mars	♂	0,108	3,85	0,154	24 37	228	1,88 Jahre	1°51'	-85-+15	-0,5
Jupiter	♃	318,36	1,31	1344,8	9 53	778	11,86 "	1°18'	-138	-2,0
Saturn	♄	95,22	0,68	766,6	10 14	1426	29,46 "	2°29'	-153	+0,3
Uranus	♅	14,58	1,09	73,5	10 49	2868	84,02 "	0°46'	-183	+6,0
Neptun	♆	17,26	1,61	59,2	15 49	4494	164,8 "	1°47'	-203	+7,7
Pluto	♇	0,1 (?)	5,5 (?)	0,1 (3)	6,39α	5900	247,7 "	17°9'	-	+14,9

1) Die in der Tabelle angegebenen Massen der P. schließen die Massen der Monde ein.

Planetengetriebe, → Umlaufträdergetriebe.

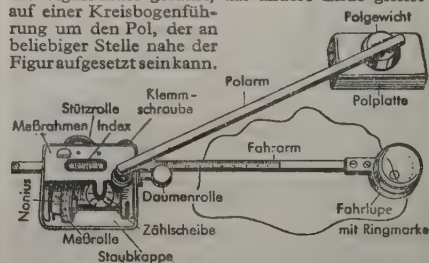
Planetoiden, Asteroiden, kleine Planeten, die große Gruppe der nur im Fernrohr sichtbaren kleinen Himmelskörper, die sich in Keplerschen Bahnen fast ausschließlich zwischen Mars und Jupiter um die Sonne bewegen. Sie füllen damit die Lücke in der → Bode-Titiusschen Reihe der Planetenabstände aus. Ihre Gesamtzahl dürfte 50000 wesentlich überschreiten; Bahnelemente kennt man aber nur von etwa 1600. Die Exzentrizitäten sind bei den P. meist bedeutend größer als bei den Planeten. Die Bahnneigungen liegen im allgemeinen unter 15°, im Extremfall bei 42°. Die Bahnbewegung ist rechtläufig.

Die 4 hellsten und größten P. sind: *Ceres* mit der Helligkeit 7,4^m und 768 km Durchmesser, *Pallas* 8,0^m, 492 km, *Juno* 8,7^m, 204 km und *Vesta* 6,5^m, 392 km. Die meisten P. haben Durchmesser von 10 bis 100 km, der kleinste gemessene, *Hermes*, 1,5 km. Die Umlaufzeiten der meisten P. liegen bei etwa 4,6 Jahren, sie schwanken aber von 1,5 Jahren (*Hermes*) bis 13,7 Jahren (*Hidalgo*). Es dürfte sich bei den P. um unregelmäßig geformte Felsbrocken handeln, die sich in Rotation befinden, wie aus der Beobachtung periodischer Lichtwechsel hervorgeht. Die Masse des größten P. *Ceres* dürfte $\frac{1}{8000}$ der Erdmasse sein. Die 1000 hellsten P. haben zusammen weniger als $\frac{1}{8000}$ Erdmasse, die Gesamtmasse des Systems der P. scheint von der Größenordnung $\frac{1}{10}$ Mondmasse zu sein. Besonders interessant sind die 4 P. *Adonis*, *Hermes*, *Apollo* und *Ikarus*, weil ihre Bahnen bei größter Sonnennähe innerhalb der Venusbahn, letztere sogar innerhalb der Merkurbahn liegen. Die größte Bahn hat demgegenüber *Hidalgo*, der fast bis an die Saturnbahn reicht. Die P. verdanken ihre Existenz möglicherweise der Zerstörung eines Mutterplaneten.

planieren, eine Fläche einebnen. 1) **ERD-, STRASSEN-, EISENBAHNBAU**: Die *Planierbrause* ist ein Raupenschlepper mit Brustschild zum Abnehmen von kleineren Unebenheiten, Transportieren und Verteilen des Abhubes.

2) **METALLBEARBEITUNG**: Die *Planierbank* ist eine Maschine zum Herstellen runder, hohler, metall. Gegenstände. Im Unterschied zur Drückbank hat sie einen Schlitten zur Führung der Drückrolle.

Planimeter, mathemat. Gerät zum Messen des Flächeninhalts (Integrieren) ebener Figuren, meist durch Umfahren der Umrandungslinie. Beim *Polar-P.* wird ein Fahrstab mit seinem einen Ende längs des Figurrandes geführt, das andere Ende gleitet auf einer Kreisbogenführung um den Pol, der an beliebiger Stelle nahe der Figur aufgesetzt sein kann.



Planimeter: Kompensations-Polarplanimeter

Der Fahrstab trägt eine Meßrolle, die von der Fahrstabbewegung die Kosinuskomponente aufnimmt. Die mit Zählrad, Skala und Nonius ablesbare Meßrollendrehung ist dem umfahrenen Flächeninhalt proportional. Mit *Kompensations-P.* kann man durch doppeltes Umfahren Fehler infolge Achsenschiefe der Meßrolle ausschalten. Das *Linear-P.* zum Ausmessen langgestreckter Diagramme hat eine Geradführung mit Lineal oder Spurwagen. Beim *Scheiben-P.* läuft die Meßrolle auf einer besonderen Antriebscheibe und erhält dadurch vergrößerte Drehung und etwa 5fache Ablesegenauigkeit. *Radial-P.* sind für Kurven in Polarkoordinaten bestimmt. Über *Integrimeter* → Integriergerät.

Planimetrie, ebene → Geometrie.

planparallele Platte, ein von zwei parallelen Ebenen begrenztes opt. Mittel, z. B. eine Glasplatte.

Planschleibe, eine Schleife zum Aufspannen großer Arbeitsstücke auf der Drehbank.

Planschichter, MÜLLEREI: Maschine zum Sichten (Trennen) der auf den verschiedenen Passagen anfallenden Produkte wie Schrot, Grief, Dunst und Abscheiden des Mehles. In zwei pendelnd aufgehängten Siebkästen sind etwa 12 mit Seidengewebe verschiedener Maschenweite bespannte Holzrahmen übereinandergesetzt.

Planzeiger, rechter Winkel mit Strichteilung zur Bestimmung der Lage eines Punktes auf einer Karte mit Gitternetz.

Plasma, PHYSIK: das nach außen im wesentlichen neutrale Gemisch aus Elektronen, Lichtquanten, angeregten und unangeregten Ionen und Molekülen im Entladungsrumpf einer → Gasentladung.

Plasmapbrenner, Lichtbogen-Plasmapbrenner, Gerät zur Erzeugung eines hochoberhitzten Plasmastrahls (bis 50000° C) durch Aufheizung eines Gasstrahls in einem Lichtbogen. Der Lichtbogen, der zwischen einer gekühlten Wolframkathode und einer gekühlten Kupferanode brennt, tritt durch ein Loch der Kathode und trifft den Gasstrahl. Anwendung zur Herstellung von Metall- und Keramiküberzügen, wobei das Gas als Träger von Metall- oder Keramikpulver benutzt wird (Plasmapistole), feinen Kristallfäden, selbsttragenden Werkstücken, zum Schweißen, Schneiden, Härten. Eine besondere Ausbildung des P. dient als Ionenquelle für → Ionenantriebe (Plasmatron).

Plasmalogene, Azetalphosphatide, stickstoffhaltige → Phosphatide, die Aldehyde höherer Fettsäuren (Plasmale) enthalten.

Plasmatron, Gasentladungsröhre, die zusätzlich eine Hilfsglühkathode und damit eine zweite Entladungsstrecke enthält und im Gegensatz zum Thyatron stetig steuerbar ist. Das Gitter steuert auch nach der Zündung. Das P. ist verwendbar für besondere Steueraufgaben und als Leistungsverstärkerröhre, z. B. für größere Lautsprecher.

Plaste, plastische Massen, → Kunststoffe.

Plastikator, Verarbeitungshilfsmittel für Gummimischungen, die deren plastische Eigenschaften erhöhen sollen, z. B. Bitumen, Paraffin, Ozokerit, Zeresin. P. für Kunststoffe, → Weichmacher.

Plastizität, die Eigenschaft mancher Körper, durch äußeren Druck bleibende Verformungen zu erfahren; Eigenschaft vieler Kunststoffe. Metalle, die unter Druck- oder Zugspannung stehen, werden plastisch, wenn die Fließgrenze überschritten, die Bruchgrenze jedoch noch nicht erreicht ist.

Platforming, Verfahren zur Synthese flüssiger Treibstoffe aus Kohlen- und Erdölgasen mit Platin als Katalysator.

Platin, Pt, chem. Element, Hauptvertreter der Platinmetalle; Ordnungszahl 78, Massenzahlen 195, 194, 196, 198, 192, Atomgewichte 195,09; Schmelzpunkt 1773,5° C, Siedepunkt 4400° C, Dichte 21,45 g/cm³. P. kommt vor in Gesteinen und Flüssigkeiten in gediegenem oder legiertem Zustand (Roh-P.). Roh-P. enthält etwa 80 % P., der Rest sind Platinmetalle und geringe Anteile Eisen, Kupfer, Blei, Gold; Hauptfundorte im Ural, in Kanada, Kolumbien, Südafrika. Zur Reindarstellung wird das Roh-P. gewaschen und mit Königswasser zu P.-Chloridchlorwasserstoff, (PtCl₄)H₂, umgesetzt, aus dem man das reine P. gewinnt. Reines P. ist grauweiß glänzend, sehr geschmeidig und chemisch sehr widerstandsfähig. Es wird für viele Zwecke der Medizin (Knochenchirurgie, Zahnersatz) sowie der Physik und Chemie (Schmelztiegel, Drähte, Bleche) verwendet, teilweise in Form von P.-Legierungen. P.-Iridium-Legierungen (10 % Iridium) zeigen sehr geringe Wärmeausdehnung, P.-Rhodium-Legierungen werden zum Bau von Pyrometern verwendet. Wegen seines großen Absorptionsvermögens für Gase dient P. in fein verteilter Form (P.-Mohr, P.-

Schwamm, P.-Asbest) als Katalysator und Gasanzünder. → Sauerstoff greift P. selbst bei Erhitzung nicht an; P.-Stücke scheinen stets mit einer sehr dünnen (eine Moleküllage starken) Oxidhaut überzogen zu sein. P. löst sich in Königswasser; in konzentrierter Schwefel- oder Salzsäure jedoch nur bei Gegenwart von Oxydationsmitteln. Die meisten Chemikalien bleiben, auch in der Hitze, ohne Wirkung auf P. Einige Salze des P. sind von Bedeutung für die Photographie, die Röntgentechnik (→ Barium) und die keramische Industrie.

Platine, 1) Walzerzeugnis (Halbzeug) von 15 bis 30 cm Breite, 0,8 cm Mindest- und 7,5 cm Höchstdicke und etwa 0,5 bis 6 m Länge.

2) SPANLOSE FORMUNG: das zurechtgeschnittene Ausgangswerkstück, z. B. aus Blech. Die runde P. heißt auch *Ronde*.

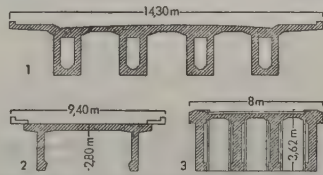
3) WEBEREI: die hakenförmigen Huborgane an der Schaft- und Jacquardmaschine sowie an Schützenwechselvorrichtungen.

4) WIRKEREI: ein formgestanzter, dünner Stahlblechstreifen zur schlaufenförm. Umbildung des Fadens und zur Führung der Maschen.

Platinmetalle, Platin und die ihm ähnl. Metalle: Ruthenium, Rhodium, Palladium (*leichte P.*), und Osmium, Iridium, Platin (*schwere P.*), die fast nur gediegen, und zwar meist legiert mit dem stets vorherrschenden Platin vorkommen.

platonische Körper, → regelmäßige Körper.

Plattenbalken, ein Balkenform des Stahlbetonbaus: eine Druckplatte ist mit einem Balken durch



Plattenbalken: 1–3 Brückenquerschnitte mit verschiedenen Formen von P.

Bewehrung (→ Stahlbeton) schubfest so verbunden, daß ein T-förmiger Balken entsteht.

Plattenband, eine → Förderanlage.

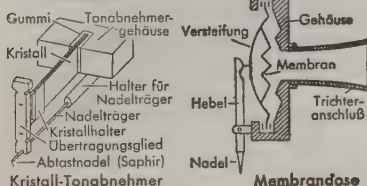
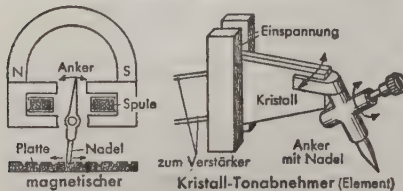
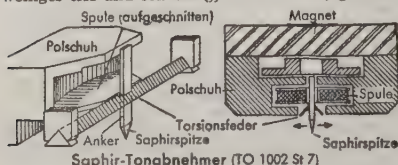
Plattenschneider, Gerät zur Herstellung von → Schallplatten durch einen spiralig geführten Schneidstichel.

Plattensenge, TEXTILVEREDLUNG: eine Appreturmaschine zum Absengen der abtastenden Fasern von Geweben, die über hocherhitzte Metallplatten geführt werden.

Plattenspieler, Gerät zum Abtasten der spiralförmig verlaufenden Schallrinne einer Schallplatte. Die Platte liegt auf einem Plattenteller, der von einem Elektromotor oder einem Federwerk (bei Koffergeräten) gedreht wird. Die seitlichen Schwingungen der Abtastnadel werden entweder in einer mechanischen „Schalldose“ auf eine Membran übertragen und versetzen dadurch die Luft direkt in Schwingungen (nur bei Koffergeräten) oder sie werden in einem elektr. Tonabnehmer in elektr. Wechselspannungen umgewandelt, die verstärkt und einem Lautsprecher zugeführt werden. Meist wird ein *Kristall-Tonabnehmer* verwendet, der den piezoelektr. Effekt eines Seignettesalz-Kristalls ausnützt. Der *magnetische Tonabnehmer*, bei dem die Nadel einen von einer Spule umgebenen Eisenanker im Luftspalt eines Magneten bewegt, wird nur noch für die Tropen hergestellt, weil Seignettesalz-Kristalle bei Feuchtigkeit und über 52° C zerfallen. Der *dynamische Tonabnehmer*, bei dem die Nadel eine Spule im Luftspalt eines Magneten bewegt, wird bei hochwertigen Geräten (Studio-Geräten) verwendet. Tonabnehmer sind am Ende eines drehbaren „Tonarmes“ befestigt. Früher wurde zur Abtastung eine Stahlnadel verwendet, die möglichst nach dem Abtasten einer jeden Platte ausgetauscht werden sollte, heute ist eine *Saphir-nadel* fest mit dem Tonabnehmersystem verbunden.

Plattenwechsler – Plotten

Um die Abspieldauer einer Schallplatte zu verlängern, macht man seit 1947 bei *Langspielplatten* von drei Möglichkeiten Gebrauch: 1. Die Rille wird weniger tief und schmal („Mikro-Rille“) geschnit-



Plattenspieler

ten und der Rillenabstand entsprechend verkleinert, wodurch mehr Rillen auf einer Platte untergebracht werden können. 2. Gleichzeitig wird die Drehzahl der Schallplatte von 78 U/min auf 45 oder 33 $\frac{1}{3}$ U/min herabgesetzt (im letzteren Falle Spieldauer bis zu 25 Min.). 3. Unabhängig hiervon wird der Rillenabstand nicht konstant gelassen, sondern der jeweiligen Lautstärke angepaßt (entweder „variable grade“ oder Platten nach E. RHEIN mit dem Handelsnamen „Füllschriftplatten“). – Für reine Sprachwiedergabe wird auch eine Drehzahl von 16 $\frac{1}{2}$ U/min angewandt.

Moderne P. sind auf die drei Drehzahlen 78, 45 und 33 $\frac{1}{3}$ U/min umschaltbar und haben zwei wahlweise einschaltbare Nadeln am Tonabnehmer, von denen die eine (N) für normale Rillen (Platten für 78 U/min) und die andere (M) für Mikro-Rillen (Platten für 45 und 33 $\frac{1}{3}$ U/min) bestimmt ist. Die Einschaltung der richtigen Nadel ist wichtig, weil eine falsche Nadel die Platte beschädigt.

F. BERGTOLD: Moderne Schallplattentechnik (1959).

Plattenwechsler, ein → Plattenspieler mit einer automat. arbeitenden Einrichtung zum fortlaufenden Abspielen mehrerer Schallplatten (z.B. 10 Stück: Zehnplattenspieler). Bei *Plattenspielautomaten* wird nach Einwurf einer Münze und Betätigung einer Wähltaste die gewählte Platte auf den Plattenteller und nach Abspielen wieder an ihren Platz zurückgebracht.

plattieren, Vereinigen eines Metalls mit einem Schutzmetall unter Druck, z.B. durch Walzen, und meist unter erhöhter Temperatur oder durch *Elektro-P.* Dabei wird durch Diffusionsvorgänge eine innige Verbindung hergestellt. Aushärtbare, korrosionsgefährdete Aluminiumlegierungen plattiert man mit Reinaluminium, Stähle mit Kupfer, Messing, Nickel, Aluminium, Sonderstählen u. a. und Legierungen. P. mit Gold ergibt Double.

pleistoseist heißt bei → Erdbeben das im Epizentrum gelegene, am stärksten erschütterte Gebiet.

Pleistozän, *Diluvium*, die ältere Abteilung der Quartärformation, im wesentlichen das quartäre *Eiszeitalter*. Ihr Anfang liegt etwa 600 000 Jahre, ihr

Ende etwa 12 000 Jahre zurück. In Deutschland findet man ihre Kennzeichen im norddeutschen Flachland, in den Mittelgebirgstälern und den Alpen mit ihrem Vorland. Hauptmerkmal des P. war eine Inlandeisdecke in Nordeuropa, Nordamerika und Asien; zahlreiche Gebirge waren vergletschert, die Alpen bis weit in das Vorland. Gletscher- und Schmelzwasserbildung sind die Ursache der Ablagerungen des P. Grundmoräne des Inlandeises ist der *Geschiebemergel*, in dem sämtliche Gesteine Nordeuropas in allen Korngrößen vom feinsten Mehl bis zu Findlingsblöcken vorkommen. Die Eisdecke endete an langgestreckten Endmoränenzügen, vor denen das Schmelzwasser weite Sandfächer (*Sander*) aufschüttete; das Wasser selbst sammelte sich in den Urstromtälern.

Die Gliederung des P. beruht auf Wechselfolge von Geschiebemergel mit Ablagerungen der Schmelzwässer und solchen, die auf Warmzeiten hinweisen (*Interglazialzeiten* mit einem Klima gleich dem heutigen). *Interstadiale* sind kürzere Rückschmelzzeiten. Zwischen der Südgrenze der norddeutschen Vereisung und der Nordgrenze der alpinen Vergletscherung liegt der *periglaziale Raum*, der im P. Tundrencharakter aufwies und in dem zeitweise der Wind aus den Abschmelzmassen ausgeblasene Staubeinheiten als Löss oder Lösslehm ablagerte.

GLIEDERUNG DES PLEISTOZÄNS

Abteilung	Stufe	Gruppe
Holozän	Postglazial	Würmglazial
Pleistozän	Jung-P.	Riß-Würm-Interglazial
	Mittel-P.	Rißglazial
	Alt-P.	Mindel-Riß-Interglazial
		Mindelglazial
		Günz-Mindel-Interglazial
		Günzglazial
		Präglazial

Pliozän

Plejaden, 1) ASTRONOMIE: das → Siebengestirn. 2) ATOMPHYSIK: die Gesamtheit der → Isotope eines Elements.

Pleochroismus, → Kristall.

Pleuelstange, *Schub-, Kurbel-, Treibstange*, beim Kurbeltrieb von Kraft- und Arbeitsmaschinen das Organ, das die hin- und hergehende Bewegung, z. B. des Kolbens, in eine rotierende, z. B. der Kurbel, umwandelt und umgekehrt. Die Stangen haben an jedem Ende einen Kopf (geteilt oder geschlossen, auch gabelförmig), der lagerartig einen der Zapfen (Kolben- oder Kreuzkopfbolzen, Kurbelzapfen) umschließt.

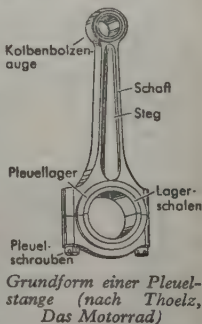
Plexiglas, Handelsname für Polymetakrylsäureester, → Akrylharze.

pleistien, FERTIGUNGSTECHNIK: ein Feinschleifen mit Filzscheibe (*filzen*) oder lederbezogener Holzscheibe und feinem Schleifkorn zum Verschönern der Oberfläche von Werkstücken, bes. von Messerklingen.

Pliozän, → Erdgeschichte.

Plissé, Gewebe mit Falten, die durch Pressen (Plissieren), Kreppegarne und besondere Webtechnik (Hohlschubbindung) oder durch örtliches Bedrucken einer Baumwollware mit Natronlauge (Plissé-Print, Kräuselkrepp) entstehen.

Plotten, die bes. bei der Schiffsnavigation angewandte manuelle oder automatische Konstruktion von Zeit-Weg-Diagrammen in landkartenmäßiger Darstellung. Das P. dient zur Ermittlung der Zeitspanne, nach der bestimmte Objekte pas-



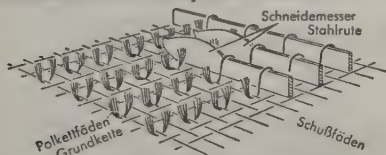
sirt werden oder passieren und der beim Passieren zu erwartenden kürzesten Entfernung, zur Bestimmung der auf die Erdoberfläche bezogenen Kurse und Geschwindigkeiten des eigenen Fahrzeugs und der angemessenen Objekte. Ohne P. kann nur die Relativbewegung der angemessenen Objekte in bezug auf das eigene Fahrzeug gemessen werden, was die Erkennung von Kollisionsgefahren und Festzielen erschwert.

Plumbate, Salze des 4wertigen Bleies. *Plumbite*, Hexahydroxoplumbate(II), salzartige Abkömmlinge des Bleihydroxids $Pb(OH)_2$.

Plumbi-, Verbindungen des vierwertigen, *Plumbo-*, des zweiwertigen Bleies.

Plumbicon, eine Fernseh-Aufnahmeröhre nach dem Prinzip des Vidikons mit einer Photoelektrode aus Bleimonoxid, die gute Lichtempfindlichkeit und geringe Bildträgerzeit (0,2 s) ermöglicht.

Plüsch, 1) auf dem Rutenwebstuhl oder im Doppelwebverfahren hergestelltes „hochfloriges“ Samtgewebe für Möbelbezüge und Mäntel, dessen Florrippen durch eine besondere Polkette gebildet werden und nach dem Aufschneiden entweder in V-Form (Polaufbindung) an einem Schußfaden hängen oder in W-Form (Poldurchbindung) drei oder mehrere Schußfäden umschlingen. 2) eine *Wirk- oder Strickware* für Morgenröcke, Bademäntel u. a., deren Plüschdecke durch längere Platinenmaschen eines besonderen Fadensystems entsteht.



Plüsch-Herstellung (schematisch)

Pluto, der neunte Planet des Sonnensystems (astronomisches Zeichen P). Die Lage des Planeten P. war von P. LOWELL und unabhängig davon von W. H. PICKERING auf Grund der bei Uranus beobachteten Bahnstörungen berechnet worden; entdeckt wurde er 1930 auf dem Lowell Observatorium in Arizona von C. TOMBAUGH als Stern 15. Größe. Die Bahnelemente und die physikal. Eigenschaften sind noch nicht sehr genau bekannt; es scheinen auch noch Zweifel daran möglich zu sein, daß der entdeckte Planet wirklich der ist, der den theoret. Rechnungen zugeordnet werden muß. Vielleicht handelt es sich bei P. um einen ehemaligen Neptunmond. Die bekannten Daten → TABELLE S. 426.

plutonische Gesteine, *Plutonite*, → Tiefengesteine.

Plutonismus, *Tiefenvulkanismus*, alle Erscheinungen, die mit der Bewegung des Magmas in der Erdkruste zusammenhängen (Intrusion, Erstarrung zu Tiefengesteinen, Metamorphose). – P. heißt auch die von J. HUTTON begründete Anschauung, daß neben dem Wasser das unterird. Magma eine bedeutende Rolle im geolog. Geschehen spiele. Gegensatz: *Neptunismus*.

Plutonium, *Pu*, radioaktives metall. Element aus der Gruppe der → Transurane, Ordnungszahl 94. Die Massenzahlen der bisher künstlich hergestellten Isotope des P. sind, nach abnehmender Halbwertszeit des Zerfalls geordnet: 244, 242, 239, 240, 238, 241, 236, 237, 246, 245, 234, 243, 235, 232, 233. Das Isotop ^{239}Pu wird ähnlich wie das Uranisotop ^{235}U durch Neutroneneinfang zur Kernspaltung veranlaßt; es kann wie dieses – zur kritischen Menge angehäuft – eine kernphysikal. Kettenreaktion ausführen. Daher findet es in Reaktoren und Atombomben Verwendung. Außerdem dient P. als Ausgangsstoff für die Herstellung von weiteren Transuranen. Ausgangsmaterial der großtechn. Gewinnung ist das in Reaktoren bestrahlte Uran, aus dem P. in über 100 m langen gepanzerten Betontunnels durch mannigfache physikalisch-chem. Reaktionen, wie Lösungs-extraktion, Fällung, Extraktion mit Salz- oder Metall-

schmelzen, fraktionierte Metalldestillation, abgetrennt wird. Von P. sind 6 verschiedene Modifikationen bekannt. – P.-Verbindungen sind giftig. P. kommt auch in äußerst geringen Mengen in natürl. Pechblende vor.

Pluvialzeit, die in südl. Ländern einer Eiszeit (→ Pleistozän) entsprechende Regenzeit.

Pm, chem. Zeichen für → Promethium.

pneumatisch, Luft . . . , Druckluft . . .

pneumatische Förderung, → Förderanlagen.

pneumatische Wanne, mit Wasser, wäßriger Salzlösung oder Quecksilber gefülltes Gefäß zum Auffangen von Gasen im Eudiometer (graduiertes Glasrohr).

Pneumatolyse, Endstadium der magmat. Kristallisation, in dem überkritische Gase und Lösungen wirksam werden. Dabei bilden sich durch Absieden von leichtflüchtigen Schwermetallverbindungen *pneumatolytische Gänge und Imprägnationen* von Zinn-, Wolfram-, Molybdän- und Kupfererzen.

Po, chem. Zeichen für → Polonium.

Pochwerk, *Stampsfmühle*, dient zum Zerkleinern metallarmer Erze (*Pocherze*). Die schweren Pochstempel werden meist durch eine Daumenwelle angehoben und zertrümmern beim Niederfallen das Aufgabegut.

Podsol, *podsolige* und *podsolisierte Böden*, unter der Einwirkung von sauren Humusstoffen verarmte Böden mit nur geringem Nährstoffgehalt und verschlechterter Struktur.

Poiseuillesches Gesetz, ein von G. HAGEN 1839 entdecktes, nach POISEUILLE benanntes hydrodynam. Gesetz; es besagt, daß bei Strömung von Flüssigkeiten durch enge Röhren das je Zeiteinheit strömende Volumen der vierten Potenz der Röhrenweite proportional ist; bedeutsam für die Physiologie des Blutkreislaufs.

Poissonsche Konstante, *Querszahl*, → Dehnung.

Pol, 1) ASTRONOMIE, GEOGRAPHIE: Endpunkt der Achse eines sich drehenden Körpers, → Nordpol, → Südpol.

2) MATHEMATIK: auf der Kugel ausgezeichnete Punkt zur Festlegung eines Systems von Polarkoordinaten; in der Funktionentheorie eine einfache Singularität; in der analyt. Geometrie → Polare.

3) PHYSIK: Endklemme einer Stromquelle (*Pluspol und Minuspol*); *magnet. P.* → Magnetismus, → Erdmagnetismus.

4) WEBEREI: Florbildendes Fadensystem bei Teppichen, Samt- und Plüschgeweben.

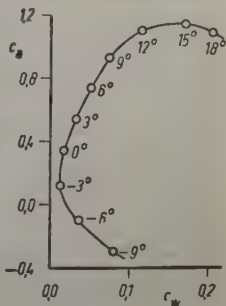
5) FÄRBEREI: Holzpflöck zum Lockern der gefärbten Garnstränge.

Polarachse, 1) die Umdrehungsachse der Erde. 2) MATHEMATIK: → Koordinaten.

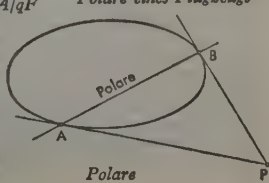
Polarbänder, in parallelen Streifen in Richtung des Höhenwindes ziehende hohe → Wolken.

Polare, 1) FLUGMECHANIK: die Kurve, die den Zusammenhang zwischen dem Auftrieb A und dem Widerstand W eines Tragflügels oder Flugzeugs, oder zwischen den dimensionslosen Beiwerten $c_A = A/qF$ und $c_W = W/qF$ angibt (q = Staudruck, F = größte Projektionsfläche des Flügels).

2) MATHEMATIK: die Verbindungsgerade der Berührungspunkte A und B der



Polare eines Flugzeugs

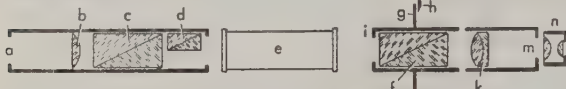


Polare

Polarimeter – Polarisation

beiden Tangenten durch einen Punkt P der Ebene an einen Kegelschnitt, P heißt der *Pol* zur P . bezüglich des Kegelschnittes. Über Pol und P . gelten Dualitätssätze.

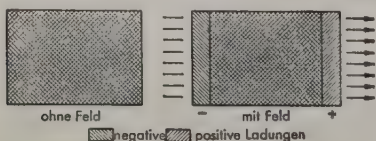
Polarimeter, Gerät zum Messen der Drehung der Polarisationssebene von Licht, z. B. in einer Zuckerlösung (*Saccharimeter*); besteht in der einfachsten Ausführung aus Polarisor und Analysator ($\rightarrow$ Polarisation). Ein genaueres Gerät ist der $\rightarrow$ Halbschattenapparat.



Polarimeter (schematisch); a Eintrittsöffnung, b Sammellinse, c Polarisor, d kleiner Nicol zur Halbierung des Gesichtsfeldes, e Polarisationsrohr, f Analysator, g Teilkreis mit Ablesvorrichtung h (Nonius), i Blende, k Objektiv, m Blende, n Okular.

Polarisation, 1) elektrische P., Elektrisierung, die durch ein äußeres elektr. Feld hervorgerufene Verschiebung der zuvor im Mittel zusammenfallenden Schwerpunkte der negativen und der positiven elektr. Ladungen (temperaturunabhängige *dielektrische P.*) oder die Ausrichtung beständiger elektr. Dipole durch das Feld (temperaturabhängige *paraelektrische P.*). Die Elektrisierung $\mathfrak{P}$ ist gleich $\mathfrak{D} - \epsilon_0 \mathfrak{E}$ ($\mathfrak{D}$ = elektr. Verschiebung, $\mathfrak{E}$ = elektr. Feldstärke, ϵ_0 = Influenzkonstante). Der analoge Begriff für das magnet. Feld heißt *Magnetisierung*; $\mathfrak{M} = \mathfrak{B} - \mu_0 \mathfrak{H}$ ($\mathfrak{B}$ = magnet. Induktion, $\mathfrak{H}$ = magnet. Feldstärke, μ_0 = Induktionskonstante).

2) elektrochemische P., Änderung der elektromotorischen Kraft einer elektrochem. Zelle oder des Potentials einer Elektrode durch die stoffl. Veränderungen in der Zelle bei Stromfluß, $\rightarrow$ Elektrolyse. Beispiele solcher Veränderungen sind Einflüsse auf die Ionenkonzentration der Lösung durch Ionen



dielektrische Polarisation

der Elektrode (*Konzentrations-P.*), Mitwirkung von Aktivierungsenergien (*Aktivierungs-P.*), zu geringe Reaktionsgeschwindigkeit (*Reaktions-P.*). Die elektrochemische P. ist temperaturabhängig; der Temperaturkoeffizient, der sowohl positiv wie auch negativ sein kann, hat für die bekannten Stromleiter eine Größenordnung von 10^{-4} Volt/Grad.

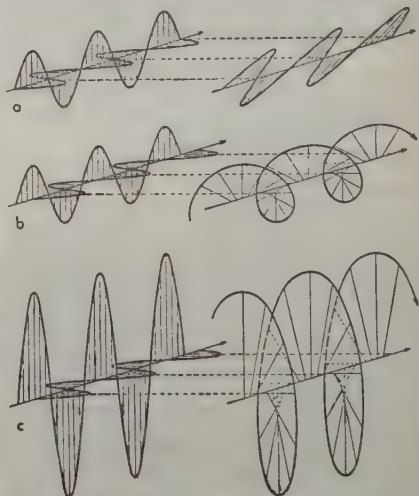
G. KORTÜM: Lehrbuch der Elektrochemie (*1962).

3) OPTIK; die Eigenschaft des Lichts – allgemein: aller elektromagnet. Wellen –, unter bestimmten experimentellen Bedingungen eine Art 'innerer Ausrichtung' senkrecht zur Ausbreitungsrichtung zu zeigen. Sie erklärt sich aus dem transversalen Charakter der Licht- (elektromagnet.) Wellen: in einer ebenen Welle schwingen die elektr. und die magnet. Feldstärke senkrecht aufeinander und senkrecht auf der Ausbreitungsrichtung. Im natürl. Licht ändert sich die Richtung dieser Schwingungen fortgesetzt derart, daß im zeitlichen Mittel alle Richtungen senkrecht zum Strahl gleich häufig vorkommen. Beim Durchgang des Lichts durch eine bestimmte opt. Vorrichtung (*Polarisator*) werden jedoch nur noch bestimmte Richtungen als Schwingungsrichtungen zugelassen. Dabei definiert man die Richtung des elektr. Feldvektors als *P.-* oder *Schwingungsrichtung des Lichtvektors*. Bei *linearer P.* bleibt die Schwingungsrichtung zeitlich konstant; bei *zirkularer P.* läuft der Endpunkt des elektr. Vektors mit bestimmter Geschwindigkeit auf einem Kreis um (Drehfeld), bei *elliptischer P.* auf einer Ellipse.

Polarisatoren zur Erzeugung polarisierten Lichts sind in erster Linie *Polarisationsprismen* wie das Nicolische Prisma. Das aus dem Polarisator kommende Licht wird von einer zweiten Vorrichtung der gleichen Art (*Analysator*) nur dann voll durchgelassen, wenn deren Vorzugsrichtung der ersten parallel steht. Im anderen Fall wird es je nach der Verdrehung des Analysators gegen den Polarisator geschwächt und in der 90° -Stellung ausgelöscht (gekreuzte Stellung).

– Läßt man natürliches Licht unter etwa 25° (*Polarisationswinkel*) auf eine ebene Glasplatte fallen, so ist das reflektierte Licht vollständig linear polarisiert, wobei der elektr. Vektor senkrecht zur Einfallsebene schwingt; das durchgehende besteht aus einem Gemisch von natürlichem und linear (senkrecht zum reflektierten Licht) polarisiertem Licht.

Bei 10 – 12 Glasplatten ist auch das durchgehende Licht fast vollständig polarisiert, da jede folgende Platte den Anteil des natürl. Lichtes im Strahlengang verkleinert. Fällt das Licht unter dem P -Winkel ein, so gilt das Brewstersche Gesetz.



Polarisation; Zusammensetzung zweier senkrecht zueinander linear polarisierter Wellen durch Addition zusammengehöriger Schwingungsvektoren. a Bei Amplituden- und Phasengleichheit entsteht eine linear polarisierte Welle, deren Schwingungsebene um 45° gegen die Vertikale geneigt ist. b Bei Amplitudengleichheit und um 90° verschiedenen Phasen entsteht eine zirkular polarisierte Welle. c Bei verschiedenen Amplituden und verschiedenen Phasen entsteht eine elliptisch polarisierte Welle.

Eine weitere Art von Polarisation benutzt die verschiedene Absorbierbarkeit der beiden polarisierten Anteile des natürl. Lichtes in gefärbten doppelbrechenden Kristallen wie Turmalin und Herapathit (schwefelsaures Jodchinin). Herapathit ist der wirksame Bestandteil der *Polarisationsfilter* und *-folien* (Herotare', Bernotare'), bei denen nach verschiedenen Verfahren stark polarisierende dünne Schichten durch Parallelaggregation zahlreicher Kristallnadelchen gebildet werden. P -Folien und $-$ Filter finden zunehmend Verwendung zur Erzeugung polarisierten Lichts.

Eine Drehung der Polarisationsrichtung um die Fortpflanzungsrichtung als Achse bewirken Stoffe, deren Moleküle eine schraubenartige Struktur be-

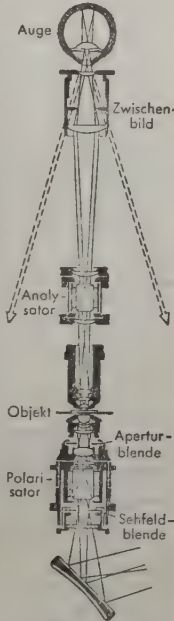
sitzen, sowohl Kristalle (Quarz) wie auch Lösungen (Zucker). → optische Aktivität.

Künstlich erzeugte elektromagnet. Wellen (Radiowellen, Funkwellen) sind immer linear polarisiert. Die P-Richtung ist vertikal bei Lang-, Mittel- und Kurzwellen und horizontal bei den Ultrakurzwellen des Funkverkehrs (wegen geringen Störeinflusses).

Polarisationsapparate, → Polarimeter, → Halbschattenapparat.

R. W. POHL: Einführung in die Physik, 3, Optik (1958).

Polarisationsmikroskop, ein Mikroskop zur Untersuchung von Kristallen, Mineralien und Gesteinen im polarisierten Licht. Zur Polarisation



Polarisationsmikroskop: orthoskopischer Strahlengang

des Lichts etwas verschieden schnell; deshalb interferieren sie miteinander, so daß auch wasserhelle Kristalle farbig erscheinen (Interferenzfarben).

Polarisator, → Polarisation.

Polarkappen-Absorption, Zunahme der Absorption von Radiowellen innerhalb der Pollichtzonen, hervorgerufen durch schnelle Protonen, die im Anschluß an chromosphärische Eruptionen von der Sonne ausgeworfen werden. Sie erzeugen in 40 km Höhe eine zusätzliche Ionisierung, die dämpfend auf Radiowellen wirkt. Der Effekt hält 1–3 Tage an und ist fast immer gefolgt von einem Ionosphärensturm.

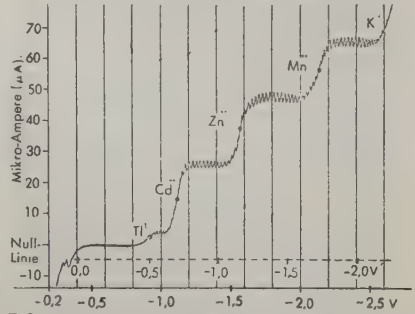
Polarkreis, → Erde.

Polarlucht, eine bes. in den Polargebieten auftretende Lichterscheinung der höheren Atmosphäre, auf der Nordhalbkugel auch **Nordlicht**, auf der Südhalbkugel **Südlicht** genannt. Das P. wird verursacht durch elektr. Korpuskularstrahlung der Sonne, die durch das erdmagnet. Feld eingefangen, in den hohen, stark verdünnten Schichten der Atmosphäre durch Energieabgabe und Ionisation Leuchtprozesse anregt. P. kommen am häufigsten in etwa 100 km Höhe vor; ihre untere Grenze liegt bei etwa 70 km, in der Höhe können sie über 1000 km hinausgehen. Die geograph. Verteilung der P. zeigt um jeden erdmagnet. Pol einen annähernd elliptischen Streifen maximaler Häufigkeit in etwa 23° Polabstand. An den P.-Erscheinungen der gemäßigten Breiten sind vermutlich die energiereichen Partikel beteiligt, die bei starken erdmagnet. Störungen in verstärktem Maße aus den → Strahlungsgürteln in den Spiegelungspunkten austreten. Die Häufigkeit von P. entspricht der von magnetischen Stürmen und von Sonnenflecken.

Polarnacht, → Nordpol, → Südpol.

Polarographie, Analysenmethode zur qualitativen und quantitativen Bestimmung von gelösten Stoffen auf Grund der Zersetzungsspannungen in einer Lösung. Unterhalb dieser für einen Stoff charakterist. Spannung fließt nur ein sehr kleiner Strom, der bei Erreichen der Mindestspannung momentan ansteigt. Bei angelegter steigender Span-

nung läßt sich aus den am Galvanometer abgelesenen Werten eine Stromspannungskurve auftragen und an Hand einer Eichkurve auswerten. Die treppentartigen Kurvenbilder (**Polarogramm**) werden



Polarographie: Polarogramm einer Lösung von Thalliumchlorid, Kadmiumchlorid, Zinkchlorid und Manganchlorid in Kaliumchlorid mit Sulfatelektrode. Die untere Skala enthält die angelegte Spannung in Volt (V), die gestrichelte Skala die auf der Normal-Kalomelektrode umgerechnete Spannung (V'). – Vereinfacht nach M. v. Stackelberg, Polarograph. Arbeitsmethoden.

von Polarographen registriert. Aus der Höhe der Stufe läßt sich die Stoffmenge und aus der Breite die Art des Stoffes bestimmen.

J. HEYROSKY: Polarograph. Praktikum (*1960); M. v. STACKELBERG: Polarograph. Arbeitsmethoden (1960).

Polarnstern, **Nordpolarnstern**, **Nordstern**, Stern 2. Größe, α im Sternbild des Kleinen Bären, an dessen Schwanzende; so benannt, weil er z.Zt. nur etwa 1° vom Nordpol des Himmels entfernt steht.

Polartag, → Nordpol, → Südpol.

Polbahn, → Kardankreise.

Poldistanz, **Polardistanz**, der Winkelabstand eines Gestirns vom Nordpol der Sphäre, gezählt von 0° über 90° (Äquator) bis 180° (Südpol).

Polflucht der Kontinente, das langsame Wandern der Kontinente zum Äquator. Infolge der Abplattung der Erde sind die Kräfte, die ein Kontinent auf seine Unterlage ausübt, und der Auftrieb des Kontinentes nicht genau entgegengesetzt; sie ergeben eine zum Äquator gerichtete Resultierende (Polstichkraft).

Polhodiekegel, der Kegel, den die momentane Drehachse eines kräftefreien, symmetrischen (nicht kugelförmigen) → Kreisels vom Kreisel aus gesehen, im allgemeinen um die Symmetrieachse (Figuren-achse) beschreibt. Von einem raumfesten Koordinatensystem aus gesehen, bildet die Schar der momentanen Drehachsen ebenfalls einen Kegel, den **Herpolhodiekegel**. Beide Kegel rollen gemäß ihrer Definition aufeinander ab.

Polhöhe, der Bogen des Mittagskreises (Meridians) zwischen Pol und Horizont, gleich der geographischen → Breite. **Polhöhenchwankung**, → Breite.

Polianit, → Pyrolusit.

polieren, alle Verfahren zur Herstellung hochglänzender glatter Oberflächen.

HOLZ wird gut abgeschliffen, bis eine dichte, glatte Oberfläche entsteht, die mit verdünnter Politur und Bimsmehl grundiert wird; danach wird die **Politur** (meist ein farbloses Nitrozelluloselack) aufgetragen.

Zum P. von NATUR- und KUNSTSTEINEN benutzt man mehrlagig feine Schleifmittel.

METALLE werden poliert (meist maschinell) mit einem weichen Tuch oder Leder; mit größerem, dann mit feinerem, mit Öl oder Alkohol versetztem Pulver wie Eisenoxid (**Polierrot**), geschlämmter Knochenasche, Wiener Kalk u. a. (**Glanzschleifen**), harte Metalle auch mit einem der Form angepaßten Werkzeug aus Stahl (**Polierstahl**), weiche Metalle mit einem solchen aus Achat (**Polierstein**).

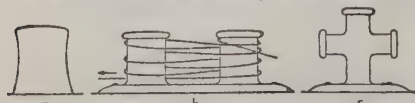
Poller - Polymorphie

Bei GLAS wird die Oberfläche zuerst vollkommen plan geschliffen, dann mit befeigten Scheiben unter Zugabe von Wasser und Eisenoxid oder Kieselgur (bei Hohlglas oft *Poliersäure*) behandelt. *Feuerpolitur* entsteht durch kräftige Wärmeeinwirkung.

KUNSTSTOFFE werden poliert mit weichem Tuch oder Leder unter Zugabe von feinpulverigen Poliermitteln, in umlaufenden Trommeln mit Hochglanzkugeln und Polierflüssigkeit, durch *Flammpolieren* (Erhitzen der Oberfläche bis zum Fließen).

B. KLEINSCHMIDT: Schleif- und Poliertechnik, 5 Bände (1948-62).

Poller, meist Stahlrohre mit Betonfüllung zum Festmachen von Schiffstrossen, in Schleusen mit



Poller: a P. aus Holz oder Eisen an der Landungsstelle, b eiserner Doppelpoller an Bord (für schweren Zug geeignet), c Kreuzpoller aus Eisen.

großem Gefälle als *Schwimm-P.* auf in Nischen geführten Schwimmern.

Polonium, Po, radioaktives Element aus der 6. Hauptgruppe des Periodischen Systems; Ordnungszahl 84, Massenzahl 210, Atomgewicht etwa ebenso groß, P. ist identisch mit dem *Radium F* der Uran-Radium-Zerfallsreihe und geht mit einer Halbwertszeit von 128,8 Tagen unter Aussendung von α -Strahlen in das Blei-Isotop *Radium G* über. Weitere Isotope des P. sind *Aktinium C'* (Massenzahl 211), *Thorium C'* (212), *Radium C'* (214), *Aktinium A* (215), *Thorium A* (216), *Radium A* (218). Das chem. Verhalten von P. ist dem des Tellur ähnlich. P. kommt natürlich vor, ist aber äußerst selten.

Polrad, → Generator.

Polreagenspapier, mit einem chem. Indikator (Lackmus, Phenolphthalein) und einer Salzlösung getränktes Papier. Es zeigt durch saure Reaktion den positiven, durch alkalische Reaktion den negativen Pol einer Stromquelle an.

Polschuhe, die verbreiterten Enden der Magnetpole bei elektr. Maschinen.

Polstärke, gleichbedeutend mit magnet. Kraftfluß (→ Magnetismus).

Polsucher, eine → Glimmlampe, die bei Kontakt mit dem negativen Pol einer Gleichspannungsquelle aufleuchtet, → Polreagenspapier.

Polwechselr, ein durch Selbstunterbrecher (Wagnerschen Hammer) betätigtes Umschaltrelais, das Batterie-Gleichstrom in Wechselstrom von 25 bis 35 Hz umwandelt. Doppelpolige P., für 50 bis 60 Hz, in Gehäusen mit leicht auswechselbarem Röhren-Stiftsockel heißen *Zerhacker (Vibrator)*. Zerhacker in Verbindung mit Transformator, Funkenlösch- und Siebmitteln heißen *Wechselrichter*. Für große Wechselstromleistungen (bis 1000 VA, 50 Hz) werden als P. rotierende Quecksilber-Turbinenunterbrecher benutzt.

poly..., CHEMIE: Bezeichnung dafür, daß sich in der Atomanordnung einer Verbindung eine bestimmte Gruppierung mehrfach gleichartig wiederholt. *Polysäuren*, *Isopolysäuren*, *Heteropolysäuren* sind Sauerstoffsäuren mit mehreren Atomen säurebildender Elemente im Molekül. Isopolysäuren enthalten nur ein einziges säurebildendes Element, z.B. Dichromsäure, $H_2Cr_2O_7$, Heteropolysäuren dagegen zwei; ihr Molekül setzt sich nach Art der Komplexe aus einer Nichtmetallsäure, wie Phosphor-, Arsen-, Kiesel-, Jod-, Tellursäure, und einer meist größeren Anzahl von Vanadin-, Molybdän- oder Wolframsäurehydrid-Gruppen zusammen, z.B. Molybdätophosphorsäure, Phosphormolybdänsäure, $H_5(PO_4)(MoO_4)_4$.

Polyaddition, → Kunststoffe.

Polyakrylarharze, → Akrylarharze.

Polyamide, *Superpolyamide*, → Kunststoffe aus kettenförmigen Molekülen, die in regelmäßiger Anordnung die Amidgruppe $-NH-CO-$ enthalten.

Herstellung 1) durch Polykondensation von Adipinsäure mit 1,6-Hexamethyldiamin oder anderen längerkettenigen Dikarbonsäuren und Diaminen (*Nylon-Typ*); 2) durch eine Art Polymerisation aus → Kaprolaktam (*Perlon-Typ*). P. werden bes. als künstl. Fasern hergestellt; sie weisen hervorragende Festigkeit auf. Weiter werden P. als Spritzgußmassen sowie zu Borsten, Folien u.a. verarbeitet.

H. HOPFF, A. MÜLLER, F. WENGER: Die P. (1954).

Polyanionen, Alkalisalze synthetischer polymerer Säuren, die in Verbindung mit Ton die für den Wasserhaushalt, die Belüftung und Entgasung des Bodens nötige Krümelung herbeiführen. Die Wirkungsweise der P. erklärt sich durch ihre Adsorption an den Ton und einen dadurch möglichen Anionenaustausch. Als P. dienen Salze der Polyakrylsäure oder durch Maleinsäure-Einbau modifiziertes Polyvinylazetat (z.B. „Krilium“), die als Pulver mit Füllstoffen gemischt in den Handel kommen.

Polyasen, → Enzyme (ÜBERSICHT).

Polyäther, chlorierter P., chemikalienbeständiger und nicht entflammbarer thermoplastischer Kunststoff, Linearpolymerisat aus Pentaerythrit als Ausgangsstoff. Verarbeitung im Spritzguß- und Strangpreßverfahren, Anwendungsgebiete in chem. Industrie, Elektrotechnik und Maschinenbau.

Polyäthylen, → Kunststoffe.

Polyazetale, → Polyoxymethylen.

Polyeder, *Vielflach*, eine von Vielecken begrenzte geschlossene Fläche oder der von dieser begrenzte Körper. P. lassen sich aus ebenen Dreiecken zusammensetzen; in der Topologie sind sie wichtig als Näherungen beliebig gekrümmter Flächen.

Polyene, organische Verbindungen, die eine fortlaufende Folge konjugierter Doppelbindungen enthalten, insbes. die Karotinoide (→ Karotin).

Polyester, durch Veresterung von Dikarbonsäuren und Polyalkoholen erhaltene Stoffe. *Ungetriggerte P.* entstehen durch Polymerisation aus einem Gemisch von P.-Harzen ungesättigter Struktur und → Styrol. Verwendung als Gießharze und in Verbindung mit Glasfasergeweben als Kunststoff von hervorragender Festigkeit, z.B. zur Herstellung von Booten und Fahrzeugteilen im Niederdruckpreßverfahren.

Polyformaldehyd, → Polyoxymethylen.

Polygon, *Vieleck*, ein Streckenzug in der Ebene oder im Raum, z.B. ein Dreieck oder ein Pentagramm; für die Topologie wichtig, weil sich jede glatte Kurve durch P. näherungsweise darstellen läßt.

Polyhalit, triklines Kalisalzmineral, stengelig, blättrig, farblos oder rot; $K_2MgCa(SO_4)_2 \cdot 2H_2O$.

Polyisobutylene, Polymerisationsprodukte des Isobutylen, nach Molekülgröße viskose Öle, Weichharze, kautschukelast. Stoffe. Verwendung zum Auskleiden von Behältern, Rohrleitungen, für Kabelumhüllungen, zur Herstellung von Klebstoffen u.a.

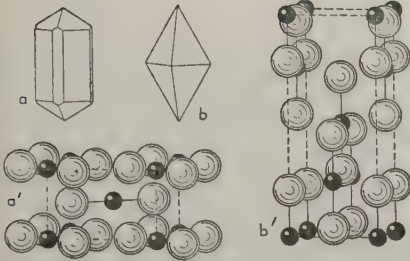
Polykarbonate, hochschmelzende Kunststoffe, die durch Umsetzung von 4,4'-Dioxydiphenylalkanen mit Phosgen in alkal. Lösung hergestellt werden und ihrer Struktur nach Polyester der Kohlensäure sind. Die P. werden in Form technisch hochwertiger, sehr widerstandsfähiger Fasern, Filme, Blasfolien, Spritzguß- und Preßkörper verwendet.

Polykondensation, → Kunststoffe.

Polymere, Stoffe, in denen bestimmte gleiche oder gleichartige Grundmoleküle (*Monomere*) in mehrfacher Wiederholung (*Polymerisationsgrad*) durch Hauptvalenzbindungen zu größeren Molekülen vereinigt sind. Z.B. ist Kautschuk ein P. des → Isoprens. *Hochpolymere* vereinigen Hunderte und Tausende von Grundeinheiten nach dem gleichen Prinzip (→ Makromoleküle). Polymere Stoffe erhält man synthetisch durch *Polymerisation*, *Polykondensation* und *Polyaddition*, → Kunststoffe.

Polymer, KLIMATOLOGIE: eine Kombination von Thermometer und Hygrometer.

Polymorphie, *Allotropie*, die Eigenschaft vieler chemischer Verbindungen, in zwei (*Dimorphie*) oder mehreren Strukturtypen, *Modifikationen*, zu kristallisieren, z.B. Kalziumkarbonat als rhomboedrischer Kalkspat und als rhombischer Aragonit.



Polymorphie: Kristallform und -gitter von Rutil (a, a') und Anatase (b, b')

Polynom, ein Ausdruck der Gestalt $a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + \dots + a_n \cdot x^n$, wobei die Koeffizienten $a_0, a_1, \dots, a_n$ Zahlen sind und x die Unbestimmte ist, z. B. $3 + 7x - 2x^2$. Wenn a_n von 0 verschieden ist, ist n der Grad des P. Jedes P. definiert dadurch eine ganzrationale Funktion der Veränderlichen x , daß man als deren Wert für $x = c$ (c eine Zahl) diejenige Zahl nimmt, die man erhält, wenn man in dem P. die Unbestimmte x durch die Zahl c ersetzt, im Beispiel für $x = 1$ der Wert 8. Analog kann man in mehreren Unbestimmten x, y, z P. bilden, z. B. $3xyz + 6x^2y + 12y^2z$.

Polynukleotide, → Nukleinsäuren.

Polyolefine, Kunststoffe auf der Grundlage von polymerisierten Olefin-Kohlenwasserstoffen, z. B. Polyäthylen (→ Kunststoffe), → Polypropylen, → Polyisobutylene.

Polyoxymethylen, auch **Polymethylenoxid**, **Azetalarharze**, **Polyazetale** oder **Polyformaldehyd**, thermoplastischen Kunststoffe durch Polymerisation von Formaldehyd und Stabilisierung der Linearpolymerisate durch Abwandlungsreaktionen an den Kettenenden. Auch Mischpolymerisate, z. B. mit Azetaldehyd, sind möglich. Verarbeitung vorzugsweise nach dem Spritzgußverfahren, Haupteinsatzgebiete im Kraftfahrzeug- und allgemeinen Maschinenbau für bisher aus Nichteisen-Metallen gefertigte Teile.

Polylaste, → Kunststoffe

Polypropylen, thermoplastischer Kunststoff (Schmelzpunkt 160°C) mit niedrigem spezifischem Gewicht und hoher mechan. Festigkeit. P. ist auch geeignet zur Herstellung von Fasern, die in der Zugfestigkeit der Nylon-Faser vergleichbar sind.

Polyrekombination, Verfahren zur Herstellung von makromolekularen Stoffen; eine durch Peroxide herbeigeführte Polymerisation, die jedoch von gesättigten Monomeren ausgeht und sich nicht in einem Zuge, sondern stufenweise vollzieht. Durch Zerfall des Peroxids entstehen freie Radikale, die aus den Monomeren durch Wasserstoffentzug neue, sich gegenseitig zusammenschließende Radikale bilden. Die Fortführung dieser Reaktionen führt zu hochpolymeren, vernetzten und hochschmelzenden Stoffen. Das Verfahren benötigt einen hohen Peroxid-Überschuß.

Polysaccharide, → Zucker.

Polysäuren, → poly...

Polystyrol, Polymerisat des Styrols (Vinylbenzol), glasklarer Kunststoff zur Herstellung vorwiegend füllstofffreier Spritzgußzeugnisse (Gebrauchsgegenstände, modische Artikel), als Hochfrequenzisolierstoff, Schaumstoff, Lackkunstharz.

Polyterephthalsäureester, thermoplastische Kunststoffe, lineare, gesättigte Polyester aus Terephthalsäure und Glykolen, die zur Herstellung von hochwertigen Synthesefasern (z. B. „Diolen“, „Trevira“) und sehr zähen Folien (z. B. „Hostaphan“) verwendet werden.

Polytrope, eine hyperbelähnliche Kurve der Gleichung $xy^n = c$ (c und n Konstante), Hilfsmittel zur Darstellung vieler physikal. Beziehungen.

Polyurethane, → Kunststoffe.

Polyuroneide, in Pflanzen vorkommende → Hemicellulosen aus Glukuron- oder Galakturonsäurebausteinen, die teilweise mit Methanol verestert sind.

Polyvinylchlorid, abgek. **PVC**, Polymerisat des Vinylchlorids, unbrennbarer Kunststoff mit hervorragender Chemikalienbeständigkeit, der sich biegen und schweißen läßt und im chem. Apparatebau Einsatz findet (z. B. „Vinidur“). Durch → Weichmacher plastifiziertes Weich-PVC dient zur Herstellung von Folien, Schläuchen, Kabelisolierungen und als Tüschnerwerkstoff (frühere Bezeichnung „Igelit“). Weiter wird PVC für Lack- und Klebstoff-Zwecke sowie zur Herstellung der „PeCe-Faser“ verwendet.

Polyvinylharze, **Vinylharze**, aus einer Reihe von organ. Verbindungen mit der Vinylgruppe $\text{CH}=\text{CH}_2$ durch Polymerisation erhaltene Kunststoffe, insbesondere aus Vinylchlorid, Styrol, Vinylazetat und Vinyläthern. Einige P. wie **Polyvinylalkohol** und die **Polyvinylazetale** werden durch chem. Abwandlung des **Polyvinylazetats** erhalten. Die P. sind thermoplastisch und mit Ausnahme des → Polyvinylchlorids und des wasserlöslichen Polyvinylalkohols in organ. Lösungsmitteln gut löslich. **Polyvinylalkoholfasern** („Vinyon“) werden durch Nachbehandeln mit Formaldehyd gehärtet und wasserfest gemacht.

Pomeranzöl, **Orangenschalenöl**, ein äther. Öl aus den Fruchtschalen der Pomeranze; Verwendung in der Parfümerie, Likör-, Limonadenindustrie.

Pond, abgek. **p**, das Gewicht der Masseneinheit 1 g am Ort der Normalfallbeschleunigung ($980,665 \text{ cm/s}^2$). Es ist $1 \text{ p} = 980,665 \text{ dyn}$. – Die Einführung des **p** wird seit 1944 empfohlen, um die Einheit des Gewichts (und damit der Kraft) vom → Gramm als Einheit der Masse unterscheiden zu können.

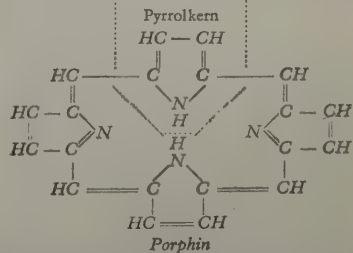
Popeline, leinwandbindiger Oberhemden-, Kleider- und Mantelstoff mit feinen Querrippen. Die Kette ist im Vergleich zum Schuß doppelt so dicht eingestellt.

Population, ASTRONOMIE: zwei Gruppen von Sternen, die sich in ihren physikalischen Eigenschaften, ihren Bewegungen und in ihrer räuml. Verteilung im Milchstraßensystem voneinander unterscheiden. **P. I** wird auch als **Spiralarm-P.** und **P. II** als **Kern-P.** bezeichnet, da die Sterne der ersten Gruppe sich vorwiegend in den Spiralarmen, die der zweiten Gruppe sich bes. im Kern der Sternsysteme finden (→ Hertzsprung-Russell-Diagramm).

Porphin, Stammkörper der → Porphyrine.

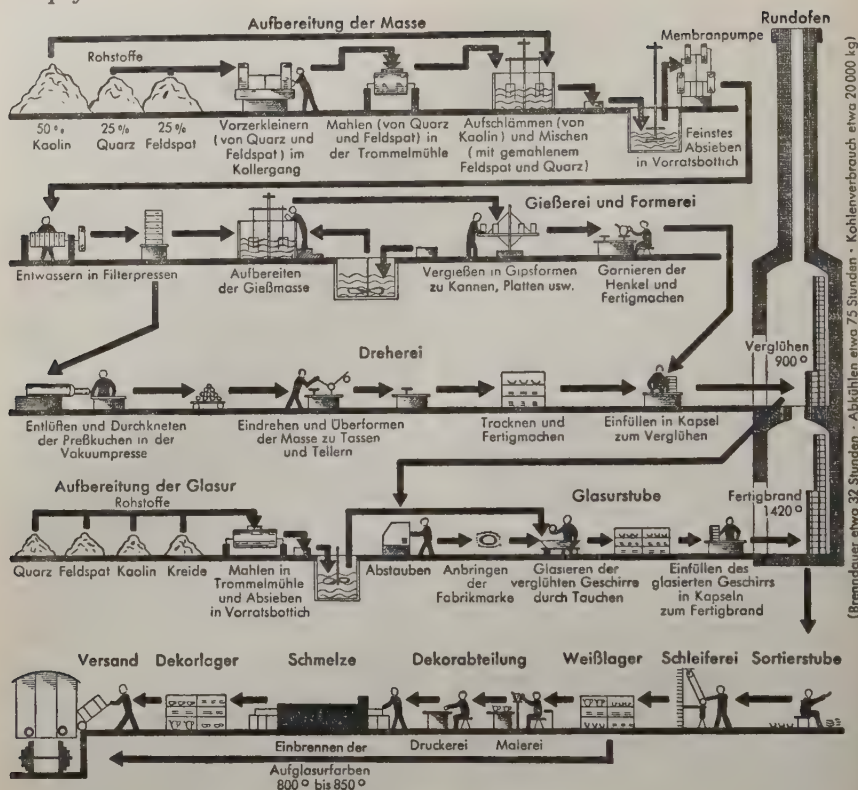
Porphyr, jedes Eruptivgestein, das in einer dichten Grundmasse größere Kristalle als Einsprenglinge enthält, bes. ältere Ergußgesteine wie der **Quarz-P.** (→ Gesteine) mit größeren Quarz- oder Feldspatkrystallen (TAFEL Mineralien und Gesteine).

Porphyrine, eisen- oder (bei Blattfarbstoffen) magnesiumfreie Abbauprodukte der Blut- und Blattfarbstoffe. Es sind freie ein- oder auch mehrbasische Karbonsäuren, die außer den sauren auch charakteristische basische Eigenschaften aufweisen. Der Stammkörper der P. ist das **Porphin** (BILD).



Für je zwei Wasserstoffatome der vier Pyrrolkerne sind in den natürlich vorkommenden P. andere Gruppen (Methyl-, Vinyl-, Propionsäure-, Methylmalonsäurereste) als Seitenketten eingetreten. Das bekannteste P. ist der im Blutfarbstoff vorgebildete Farbstoff **Protoporphyrin**, der durch Eisenabspaltung leicht aus Hämin dargestellt werden kann.

Porphyroid – Porzellan



Porzellan

Durch Wasseranlagerung an Protoporphyrin entsteht das in der Natur nicht vorkommende *Hämatoporphyrin*. In Kot und Harn stoffwechselgesunder Menschen findet sich in kleinen Mengen *Koproprophyrin*; es ist in der Natur ebenfalls weit verbreitet. Physiolog. Abbauprodukte der P. sind die *Gallenfarbstoffe*, die durch Ringaufspaltung an einer der Methingruppen aus den P. gebildet werden.

Wichtige P.-Systeme in Enzymen sind die Zellsämine als Träger katalytischer Stoffwechselwirkungen im Warburgschen Atmungsferment, den Zytochromen, der Peroxydase und der Katalase.

Porphyroid, durch gebirgsbildende Vorgänge verformter Quarzporphyr, Quarzkeratophyr oder verwandtes Gestein; bei mehr oder weniger starker Umwandlung der Feldspate in Glimmer auch als *Serizitgneis* oder *Serizitgneis* bezeichnet.

Porzellan, das edelste keramische Erzeugnis, besteht aus 40–65 % Kaolin (P.-Erde), 15–35 % Feldspat, 12–30 % Quarz. – Zur *Aufbereitung* wird Rohkaolin mit Wasser geschlämmt, um den Tonmineralgehalt anzureichern. Feldspat und Quarz werden auf Steinbrecher und Kollergang vorzerkleinert, mit Wasser und Flintsteinen in Trommelmühlen feinst gemahlen und dem Feinkaoilin im Massequirl innig beigemischt. Dieser P.-Schlamm wird unter starkem Druck in Filterpressen zu plastisch-knetbarer Masse entwässert, die längere Zeit im feuchten Keller gelagert (gemaugt) und vor der Formgebung auf der Masseschlag-(knet-)Maschine oder Vakuumpresse durchgearbeitet wird. – Zur *Formgebung* werden runde Gegenstände (Teller, Tassen, Schüsseln) auf der Töpferscheibe, auch unter Verwendung von Gipsformen und Schablonen, gedreht. Figuren,

Vasen, Terrinen u. ä. werden in Gipsformen mit einer durch wenig Wasser und Alkali flüssig gemachten Masse gegossen. Henkel, Ausgüsse und Teile von Figuren werden in halbtrocknem Zustande mit breiartiger Masse angesetzt (garniert). Kleine Massenartikel (z. B. Kleinsoliteile für Schalter, Fassungen usw.) preßt man in Stahlmatrizen aus „Trockenmasse“ (Massepulver mit höchstens 10 % Wasser und wenig Petroleum in Mischmaschinen krümelig angerührt). – *Glazieren* und *Brennen*: Nach dem Trocknen an der Luft oder in Kammer- und Tunneltrocknern wird die Ware bei 800–950°C in der oberen Kammer des Rundofens mit der Abwärme der Gutbrennkammer verglöh, wodurch die Struktur gefestigt wird, und das P. die endgültige Porosität erhält. Die vorgebrannte Ware wird nun in den Glasurschlamm getaucht. Die *Glasur* ähnelt chemisch der P.-Masse, enthält aber so viel Flußmittel (Feldspat, Kalk, Dolomit), daß sie in dem nun folgenden Gut- oder Glattbrand (Scharffeuer, bei *Hart-P.* 1350–1460°C) zu einem blanken Glasüberzug schmilzt, während die P.-Masse durch den bei 1200°C schmelzenden Feldspatanteil nur verglast und sich verdichtet. Der schmelzflüssige Feldspat löst die feineren Kaolin- und Quarzteilen unter Neubildung von Silikaten und teilweiser mikrokristalliner Ausscheidung derselben auf (z. B. Mullit, $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$). Die Ware steht beim Brand zum Schutz gegen Flugasche in Schamottekapeln. *Biskuit-P.* ist unglasiert gutgebrannte Ware. – *Verzieren*: Bei der *Unterglasurmalerei* wird der verglühete Scherben mit färbenden, hochtemperaturbeständigen Oxiden (CoO , Cr_2O_3 , u. a.) bemalt, glasiert und gutgebrannt. Die *Aufglaserung*

surmalerei verwendet auf der fertigen glasierten Weißware feinst gemahlene, leicht schmelzende Farbgläser und Terpentin als Malmittel; dann folgt das Einbrennen in einer Muffel bei 700–920°C.

EIGENSCHAFTEN. Weißes P. hat einen völlig dichten, durchscheinenden Scherben mit speckig-muscheligem Bruch; spez. Gewicht 2,3–2,5; es ist härter als Stahl (7 der Mohsschen Skala); Druckfestigkeit 6000 kp/cm² und mehr; Zugfestigkeit 240–320 kp/cm²; Biegezugfestigkeit 400–650 kp/cm²; Schlagbiegezugfestigkeit 1,8–2,3 kp/cm²; es ist ein guter elektr. Isolator, beständig gegen Säuren (außer Flußsäure) und mäßig konzentrierte Alkalien.

Weich-P. sind von geringer wirtschaftl. Bedeutung. Sie haben hohen Feldspat- und Quarzgehalt, sind also pyrochemisch (nicht mechanisch) „weicher“ und können schon bei 1280–1350°C geteigert werden, wodurch die Möglichkeit der Unterglasurverzierungen gegenüber **Hart-P.** beträchtlich erweitert wird. **Knochen-P.** besteht aus 40–50% gebrannten Rinderknochen, der Rest besteht etwa zu gleichen Teilen aus Kaolin, Feuerstein als Quarzrohstoff und Feldspat oder Pegmatit (feldspathaliges Gestein). Der Scherben ist weiß und hochtransparent; die bei 950–1100°C aufgebrannte Glasur ist eine blei- und borsäurehaltige Frittenglasur. **Haupterzeugungsland** ist England. **Fritten-P.** hat nur noch histor. Bedeutung. Es enthält als Flußmittel statt Feldspat eine glasartige Fritte aus Sand, Alaun, Alkali- und Erdalkaliverbindungen. **Ostasiatische P.** sind mit ihrem hohen Quarz- und Feldspatgehalt ebenfalls dem Weich-P. zuzurechnen und leiten mit ihrem oft graugrün getönten Scherben über zum Feinsteinzeug. **Seger-P.** wurde von SEGER in Anlehnung an ostasiatische P. entwickelt für Versuche mit reicher Scharffeuermalerei und Kunstglasuren. **Parian-P.**, mit sehr flußmittelreichem, gelbgetöntem Scherben, wird meist biskuit für Plastiken wegen seines marmorartigen Charakters verwendet.

Bedeutende HERSTELLER von P. sind die Verein. Staaten, Japan, Großbritannien, Deutschland sowie die Tschechoslowakei, Polen, Finnland.

GESCHICHTE. In China ist P. seit dem 7. Jahrh. n. Chr. bekannt. Nach Europa wurde es seit dem 13. Jahrh. eingeführt. Erst 1708/9 wurde das europäische Hart-P. von JOH. FRIEDR. BÖTTGER in Dresden erfunden. Vorstufe war das Böttger- oder Jaspis-P., ein rotes Steinzeug. 1710 wurde die erste P.-Manufaktur in Meißen gegründet. Weitere Unternehmungen von künstlerischem Ruf entstanden in Wien, Berlin, Nymphenburg, Höchst, Frankenthal, Fürstenberg, Sèvres, Kopenhagen, Leningrad u. a.

E. GRAMSS: Das P. (1960).

Porzellanerde, →Kaolin.

Position, in der ASTRONOMIE der Ort eines Gestirns an der Himmelskugel.

Positionskreis, drehbarer, geteilter Kreis am astronom. Fadenmikrometer, mit dem ein Faden in die Verbindungslinie zweier im Gesichtsfeld erscheinender Sterne gebracht und der **Positionswinkel** dieser Verbindungslinie, d. h. ihr Winkel gegen die Nordrichtung von N über O, S, W gezählt, gemessen werden kann.

Positionslampen, Positionslaternen, Positionslichter, bei einem Schiff, Flugzeug oder einer festen Station, z. B. Boje, bes. bei Nacht aufgestellte, in Richtung bestimmter Winkelsektoren strahlende Lampen, auch Hochfrequenzsender, zur Kennzeichnung von Fahrtrichtung und Lage eines Fahrzeuges.

positiv heißen **Zahlen**, die größer als 0 sind. Rein zahlentheoretisch kann man sie auch dadurch charakterisieren, daß sie sich als das Quadrat einer reellen Zahl schreiben lassen, z. B. $\frac{9}{4} = (\frac{3}{2})^2$, $7 = (\sqrt{7})^2$, $\pi = (\sqrt{\pi})^2$. – Eine quadratische Form ist p.-definit, wenn sie beim Einsetzen reeller Zahlen für ihre Unbestimmten nur positive Zahlen als Werte annimmt. – Eine Drehung heißt p., wenn sie der Drehung des Uhrzeigers entgegengesetzt ist.

2) PHOTOGRAPHIE: ein Bild mit hellen Lichtern und dunklen Schatten im Unterschied zum **Negativ**, bei dem Hell und Dunkel vertauscht sind.

Positivismus, eine besonders von COMTE (1798–1857) begründete Denkrichtung, die die Aufgabe der Wissenschaft in der Sammlung und Ordnung von Tatsachen und der empirischen Ermittlung wiederkehrender Regelmäßigkeiten sieht. An MACH, DUHEM u. a. anknüpfend, entwickelten SCHLICK, CARNAP u. a. den **Neo-P.**, dessen Gegenstand die mathemat. und physikal. Grundlagentheorie bildet (→Naturphilosophie).

Positivkopierverfahren, **OFFSETDRUCK**: alle Verfahren, bei denen an Stelle eines Negativs ein seitenverkehrtes Rasterdiapositiv nach einem Kolloidierungsverfahren auf die Druckplatte kopiert wird, wobei zur Erzielung hoher Auflagen die druckenden Elemente etwas vertieft werden (**Offsetties**).

Positiv-Positiv-Verfahren, ein Umkehrverfahren zur Herstellung positiver Duplikate von positiven Vorlagen auf photograph. Weg in einem Kopierprozeß mit besonderem lichtempfindl. Material.

Positron, das Antiteilchen des β -Elektrons. P. entstehen beim Zerfall bestimmter künstlicher radioaktiver Isotope, die darum als β^+ -aktiv gekennzeichnet werden; außerdem durch β -Paarerzeugung und beim Zerfall von Mesonen. Energiearme P. zerstrahlen in Materie sofort mit einem Elektron zusammen zu zwei Gammaquanten. Das P. wurde 1932 von CHADWICK und JOLIOT-CURIE in Nebelkammeraufnahmen der kosm. Strahlung entdeckt.

Potential, PHYSIK: eine für ein Kraftfeld oder Geschwindigkeitsfeld kennzeichnende Größe, deren Zu- und Abnahme in Abhängigkeit vom Ort (**P.-Gefälle**) die Feldstärken (**Gravitations-P.**, **elektr. P.**, $\rightarrow$ **Elektrizität**) oder die Geschwindigkeiten (**Geschwindigkeits-P.**, **Strömungs-P.**) bestimmt. Das elektr. P. ist bis auf einen Faktor gleich der potentiellen Energie der Ladungseinheit; die **P.-Differenz** zweier Feldpunkte ist die elektr. Spannung. Flächen und Kurven, in denen das P. den gleichen Wert hat, heißen **Aquipotentialflächen** und **Aquipotentialkurven**.

Thermodynamische P. heißen bestimmte Funktionen der Thermodynamik, aus denen durch Differentiationsprozesse die wichtigsten Zustandsgrößen wie Energie, Druck, Volumen, Entropie abgeleitet werden können.

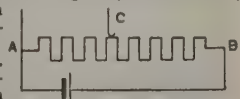
Potentialregler, der →Drehtransformator.

Potentialtheorie, MATHEMATIK und PHYSIK: die Lehre von den **Potentialfunktionen** $V(x, y, z)$, die der Laplaceschen Differentialgleichung

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0$$

genügen; findet vielfältige Anwendung in der theoret. Physik.

Potentiometer, Spannungsteiler, ein elektr. Widerstand mit regelbarem Abgriff (Schleifkontakt, C), an dessen Enden (A und B) eine Spannungsquelle angeschlossen ist. Das P. bezweckt die Entnahme einer kleineren Spannung (zwischen A und C), z. B. zur Lautstärkeregelung in Rundfunkempfängern.



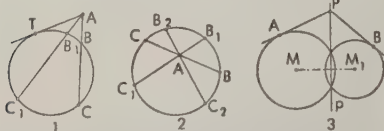
Potentiometerschaltung

Potentiometrie, maßanalytisches Bestimmungsverfahren, bei dem das elektrochem. $\rightarrow$ **Potential** als Indikator verwendet wird. Wird durch die bei einer Titration sich abspielende chem. Reaktion die Ionenkonzentration eines Elektrolyten verändert, so verändert sich auch die Spannung zwischen Lösung und Elektrode. Die Spannungsänderung läßt sich z. B. durch Kompensationschaltung messen.

Potenz, 1) ARITHMETIK: die n -te P. a^n einer Zahl a ist das Produkt $a \cdot a \cdot \dots \cdot a$, wobei n mal derselbe Faktor a auftritt. Die natürliche Zahl n heißt der **Exponent**, a die **Basis** der P. Die zweite P. a^2 heißt auch **Quadrat**, die dritte a^3 **Kubus** von a . –

2) GEOMETRIE: Liegt ein Punkt A (BILD 1 und 2) in der Ebene eines Kreises, so hat das Produkt $AB \cdot AC$ für jede Lage der Sekante oder Sehne durch A denselben Wert: Die **Potenz** von A an den Kreis ist $AB \cdot AC = AB_1 \cdot AC_1 = AB_2 \cdot AC_2$. Liegt

der Punkt A außerhalb des Kreises, so ist das Produkt gleich dem Quadrat AT^2 der Tangentenlänge (Sekanten-Tangentensatz). Wenn A im Kreis



Potenz: 1 Potenz des Kreises für einen außerhalb eines Kreises liegenden Punkt A ; die Produkte $AB \cdot AC$, $AB_1 \cdot AC_1$ sind gleich und gleich dem Quadrat der Tangente AT . 2 Potenz des Kreises für einen innerhalb eines Kreises liegenden Punkt A ; die Produkte $AB \cdot AC$, $AB_1 \cdot AC_1$, $AB_2 \cdot AC_2$ sind gleich. 3 Potenzlinie p zweier einander schneidender Kreise ist die gemeinsame Sehne; Tangenten, die von beliebigen Punkten der Potenzlinie aus an beide Kreise gelegt werden, sind gleich lang (z. B. $PA = PB$).

liegt, heißt diese Aussage *Sehnensatz*. – Der geometr. Ort aller Punkte, in denen zwei Kreise gleiche P . haben, ist eine Gerade p , die *Potenzlinie* oder *Potenzgerade* (Bild 3).

W. BLASCHKE: *Anal. Geometrie* (1954).

Pottasche, Kaliumkarbonat, K_2CO_3 ; ursprünglich durch Auslaugung von Pflanzenaschen in Töpfen gewonnen.

Pr, chem. Zeichen für →Praseodym.

Prägedruck, 1) DRUCKTECHNIK: *Reliefdruck*, der von gravierten oder tiefgeätzten Platten auf Prägpresse hergestellte reliefartige Druck, z. B. für Buchdecken, Packungen, Werbeartikel, Briefverschlüsse und Siegelmarken, Innenplakate u. ä.

2) TEXTILVEREDLUNG: ein Verfahren, mit dem auf Azetatgeweben, unter Verwendung von Kunstharzen auch auf Baumwoll- und Zellwollgeweben, mit heißen Prägewalzen dauerhafte Prägemuster erzielt werden.

prägen, 1) DRUCKTECHNIK: →Prägedruck.

2) FERTIGUNGSTECHNIK: Herstellung von erhabenen und vertieften Formen (Relief) auf Werkstücken aus Metall, Pappe u. a. durch plast. Verformen unter Druck zwischen *Prägestempel* und *Prägematrize*.

Münzen werden aus Legierungen hergestellt, z. B. aus →Münzmetall. Dabei wird die Schmelze in eiserne Formen gegossen, wo sie zu Stäben erstarrt, die zu Platten von genauer Dicke ausgewalzt werden. Aus diesen werden die Münzplättchen ausgestanzt, die in einer Sortiermaschine auf ihr Gewicht geprüft (justiert), dann chemisch gereinigt und – soweit erforderlich – gerändelt werden. Dann folgt das Prägen. In den stählernen Stempeln der Prägpresse ist auf den einander zugewandten Stirnflächen das Negativ der Münze eingraviert. Unter einem Druck von 20 bis 250 t werden 5000 bis 8000 Münzen in der Stunde geprägt.

prägepolieren, FERTIGUNGSTECHNIK: metallische Oberflächen durch eine unter Druck darüber hin-führende gehärtete Rolle glätten; dabei entsteht eine Druckspannung an der Oberfläche sowie eine Kaltverfestigung.

Präkambrium, →Erdgeschichte.

Prallmühle, eine Zerkleinerungsmaschine, wirkt ähnl. wie Schleudermühlen: mit einem schnelllaufenden Rotor wird sprödes Material, z. B. Steine, gegen feste Widerlager geworfen.

Prandtl, Ludwig, Physiker, * 1875, † 1953, seit 1904 Prof. in Göttingen. Seine aëro- und hydrodynamischen Arbeiten begründeten die moderne Strömungslehre und befruchteten die Strömungstechnik. P. schuf 1908 den ersten Windkanal.

Prandtl-Rohr, →Staurohr.

Praseodym, **Pr**, chem. Element aus der Gruppe der →Lanthaniden; Ordnungszahl 59, Massenzahl 141, Atomgewicht 140,907; Schmelzpunkt 932°C.

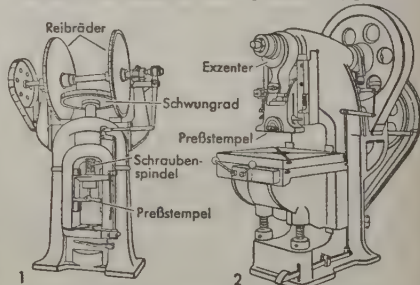


Siedepunkt nicht genau bekannt, Dichte 6,5 g/cm³. Vorkommen, Gewinnung und physikal. Eigenschaften ähnlich wie bei →Neodym. Reinstandstellung wie bei →Skandium. Durch Lösung des Oxids, Pr_2O_3 , in flüssigem Glas erhält man leuchtend grüne „falsche Edelsteine“.

Präzession, 1) PHYSIK: →Kreisel; 2) ASTRONOMIE: die Achse der als Kreisel aufzufassenden Erde beschreibt in 25800 Jahren um die Achse der Ekliptik einen Kegel vom halben Öffnungswinkel 23,5°, hervorgerufen durch Störungen von Sonne und Mond auf den Äquatorwulst der Erde. Das daraus folgende Vorrücken der Äquinoktialpunkte auf der Ekliptik um jährlich 50,4'' nennt man *hunisolare P.* Ihr überlagert sich eine durch die Planetenanziehung bewirkte langerperiodische Lageänderung der Ekliptik (*planetare P.*), die mit der *lunisolaren P.* zusammen ein jährl. Vorrücken der Äquinoktialpunkte um 50,3'' bewirkt (*allgemeine P.*).

Prednison und **Prednisolon**, Abkömmlinge der Nebennierenrindenhormone →Cortison und Hydrocortison, wirken 4–5mal stärker als die Ausgangsstoffe.

Presse, eine Maschine zum Pressen, Trennen, Schneiden, Scheren, Ausquetschen usw. Das Gestell trägt den festen oder bewegl. Pressstempel und die Führungen für den bewegl. Preßschlitten oder Stößel, die bei den P. der Fertigungstechnik das Unter- und Oberwerkzeug tragen. Nach der Antriebsart unterscheidet man *hydraulische*, *pneuma-*



Presse: 1 Reibspindel-, 2 Exzenterpresse.

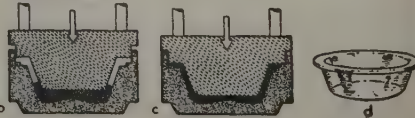
tische und *Dampf-P.*, die sämtlich als *Kolben-P.* zusammengefaßt werden, und *mechanische P.* Nach dem Antriebsmechanismus werden unterschieden die *Exzenter- oder Kurbel-P.*, die *Spindel-P.*, bei der die Bewegung über Mutter und Gewindestpindel entweder bei der Balancier-P. von Hand oder bei der *Reibspindel-P.* über Reibscheiben erfolgt, und die *Kniehebel-P.*, bei der über einen Kniehebel bes. hohe Kräfte erzielt werden.

Preßformen für die Kunststoffverarbeitung bestehen aus Ober- und Unterteil. Das Unterteil nimmt in der Regel die zu verpressenden Kunststoffmassen auf, das Oberteil ist meist als Preßstempel ausgebildet. Härtbare Preßmassen (→Kunststoffe) benötigen beheizte P., thermoplast. Massen werden meist aus beheizten Druckzylindern durch Spritzkanäle in kühlabare Formen eingespritzt.

Preßglas, alle durch Pressen weicher Glasmasse in Stahlformen erzeugten Gegenstände: Haushaltsware (oft mit Schliffnachahmung), Kochgeräte, Glasbausteine und -dachziegel, Betongläser, Prismen usw.

Preßguß, veraltet für →Druckguß.

Preßholz, mit Kunstharz imprägniertes, durch großen Preßdruck (100–200 kp/cm²) verdichtetes →Lagenholz.



Preßglas: Herstellung einer flachen Schüssel

Preßmassen, Preßstoffe, → Kunststoffe.

Preßpassen, zwei Teile mit Über- oder Untermaß so bemessen, daß beim Ineinanderschieben eine feste Verbindung, ein **Preßstift** entsteht. Die Verbindung wird entweder mit hohem Druck oder durch → Aufschrumphen hergestellt.

Preßspan, äußerst feste, dünne, gelbbraune, vorwiegend aus Hadern gefertigte Pappe mit glänzender, glatter Oberfläche (**Glanz-pappe**).

Priel, Balje, Piep, Ley, weitverzweigte Rinnen im Wattenmeer, in denen bei Flut das Wasser zu-, bei Ebbe mit starker Saugwirkung abgeführt wird; sie liegen auch bei Niedrigwasser nicht trocken.

Priestley, Joseph, engl. Naturforscher, * 1733, † 1804, arbeitete, auf dem Boden der Phlogistonlehre stehend, besonders im Gebiete der Gaschemie und entdeckte die Gase Stickoxydul (1773), Sauerstoff (1774), Ammoniak (1774), Chlorwasserstoff (1774), schweflige Säure (1775) und Kohlenoxid (1799). P.s Forschungen regten LAVOISIER an.

Primkörper, ALGEBRA: → Körper, → Klasse.

Primzahl, eine natürl. Zahl, die durch keine ganze Zahl außer durch 1 und sich selbst teilbar ist; Beispiele: 2, 3, 5, 7, 11. Jede natürl. Zahl läßt sich als Produkt eindeutig bestimmter Potenzen von P. schreiben, z. B. $495 = 3^2 \cdot 5 \cdot 11$. Bereits EUKLID hat gezeigt, daß es unendlich viele P. gibt. In der Reihe der natürl. Zahlen gibt es primzahlfreie Abschnitte beliebiger Länge, andererseits immer wieder **Primzahlzwillinge**, z. B. 17, 19.

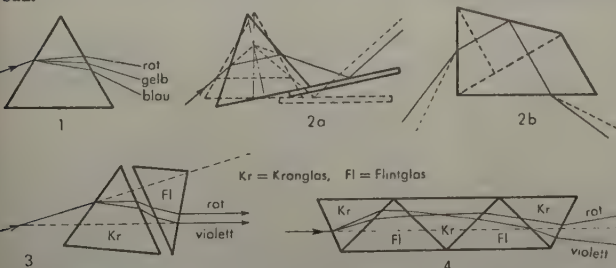
Literatur → Zahlentheorie.

Printers, WEBEREI: rohe Nesselgewebe für den Zeugdruck.

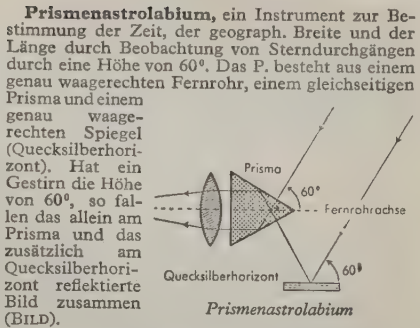
Prisma, 1) GEOMETRIE: ein Körper, dessen Grund- und Deckflächen parallele gleiche Vielecke sind.

2) OPTIK: prismat. Körper aus Glas, Quarz oder anderem Kristall oder durchsichtigem Kunststoff zur Erzeugung eines Spektrums (**Refraktions-P.**) oder zur Richtungsänderung abbildender Strahlen und zur Bildrotation (**Reflexions-P.**). **Polarisations-P.**, → Nicol.

Minimale Ablenkung erhält man bei symmetrischem Strahlendurchgang durch ein Dreieck P. (BILD 1). **Wadsworth- und Abbe-P.** sind Beispiele für P. konstanter Ablenkung (BILD 2a, b). Durch Kombination von P. verschiedener Glasart erhält man **achromatische P.** (Ablenkung ohne spektrale Zerlegung, BILD 3) und **geradsichtige P.** (spektrale Zerlegung ohne Ablenkung des Schwerpunktsstrahles, BILD 4). Das **Cornu-P.** ist eine symmetr. Kombination aus rechts- und linksdrehendem Quarz für spektrale Untersuchungen im Ultraviolett. P. und Prismensätze mit spiegelnden Flächen derart, daß Ein- und Austrittsstrahl gleiche Winkel mit den Bildstrahlen bilden, zeigen keine spektrale Zerlegung und sind wichtig für den Instrumentenbau.



Prisma (nähere Erklärung im Text); 1 nach K. Röntgen, Die Optik in der Feinstruktur; 2 nach F. Kohrausch, Prakt. Physik; 3, 4 nach Grimsch-Tomaschek, Lehrb. der Physik.



Prismeninstrumente, VERMESSUNGSTECHNIK: Geräte zum Ausrichten von Geraden oder zum Abstecken von Winkeln. Das **Prismenkreuz** besteht aus zwei übereinander liegenden rechtwinklig-gleichschenkligen Glasprismen, deren spiegelnde Hypotenusenflächen sich senkrecht kreuzen und 2 Kathetenflächen in einer Ebene liegen. In der **Prismen-trommel** ist ein dreiseitiges Prisma drehbar angeordnet, um beliebige große Winkel abstecken zu können.

Probeglas, Paßglas, bei der FEINOPTISCHEN FERTIGUNG und in der FEINMESSTECHNIK eine Vorrichtung aus Glas oder Quarz zur Flächenkontrolle auf interferometrischer Grundlage (→ Interferometer).

Probierkunst, im BERGBAU Verfahren zur schnellen Bestimmung einzelner Bestandteile in Erzen, Zwischen- und Enderzeugnissen; im wesentlichen ein Versuchsschmelzen in kleinem Maßstab.

Produkt, → Grundrechnungsarten.

Profil, 1) Schnittumriß, z. B. eines Gebäudes, eines Eisenbahnwagens, einer Straße (im senkr. Schnitt). 2) senkrechter Schnitt durch die Erdoberfläche, um die Höhenverhältnisse zu veranschaulichen. **Geologische P.** zeigen den Schichtenaufbau unter der Erdoberfläche.

Profilmaterial, gewalzte, stranggepreßte, aus der Schmelze durch eine Form gezogene oder aus Blechteilen gebogene Halbzeuge, deren Länge sehr viel größer als der Querschnitt ist, z. B. Stangen, Eisenbahnschienen, Bänder, Röhren.

Profilprojektor, ein Prüfgerät für Lehren, Werkzeuge oder Werkstücke, mit dem die Prüflinge durch opt. Projektion vergrößert abgebildet und mit aufgezeichneten Profilen verglichen werden.

Profilstrahlröhre, bes. Elektronenstrahlröhre, bei denen der Elektronenstrahl in seinem Verlauf einen anderen als den üblichen kreisförm. Querschnitt annimmt, z. B. Charactron, Typotron, Compositron.

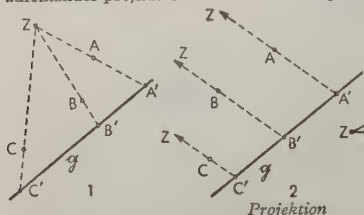
Programmsteuerung, nach einem Zeitplan einstellbare automat. Steuerung eines Apparates, z. B. die vorher festgelegte Kurssteuerung eines Torpedos (Zick-Zack, Schleifen, Kreise), oder bei der Werkzeugmaschine eine für verschiedene Werkstücke einstellbare Steuerung, bei der eine Folge von Bearbeitungsvorgängen selbsttätig abläuft.

Progression, eine diskrete → Menge, die ein erstes, aber kein letztes Element besitzt, z. B. die Menge der natürl. Zahlen, insbes. auch die arithmet. und die geometr. Folge (→ Reihe).

Projektion, 1) MATHEMATIK: eine bes. → Abbildung. Die **Zentral-P.** des Punktes A von dem in der Ebene $\mathcal{E}$ liegenden Augpunkt Z aus auf eine in $\mathcal{E}$ liegende Gerade g ist der Schnittpunkt A' des Sehstrahles von Z durch A mit

Projektionsröhre – Protuberanzen

der Geraden g (BILD 1). Wenn der Augpunkt Z ein Fernpunkt der Ebene $\mathcal{E}$ ist, d. h. wenn Z „nach unendlich rückt“, wird die $P.$ zu einer Parallel- $P.$ (BILD 2). Analog ist im Raum die $P.$ eines Punktes A von einem Augpunkt Z aus auf eine Ebene $\mathcal{E}$ erklärt. Zwei Ebenen $\mathcal{E}$ und $\mathcal{E}'$ lassen sich (BILD 3) aufeinander projizieren. Weiteres $\rightarrow$ Perspektive.



Projektion

2) KARTOGRAPHIE: die $\rightarrow$ Kartenprojektion.

3) OPTIK: das Entwerfen von Bildern auf einem Bildschirm mit P -Apparaten ($\rightarrow$ Bildwerfer).

Projektionsröhre für Fernsempfänger, eine $\rightarrow$ Bildröhre, bei der das Bild nicht direkt betrachtet (Direktsempfänger), sondern von dem verhältnismäßig kleinen Leuchtschirm ($\varnothing$ z. B. 6,5 cm) mit einer Optik auf eine im Empfänger angebrachte Mattscheibe (Durchprojektion) oder eine Kinoleinwand (Aufprojektion) projiziert wird; auch für Großprojektion (bis zu rund 3×4 m Bildgröße).

projektive Ebene, projektiver Raum, die Ebene und der Raum der projektiven Geometrie, die außer den eigentlichen auch die „uneigentlichen“ Punkte („unendlich ferne Punkte“, Fernpunkte) enthalten, $\rightarrow$ Geometrie.

Projektivität, projektive Abbildung, eine Abbildung der projektiven Ebene oder des projektiven Raumes auf sich selbst. Bei $P.$ bleibt das $\rightarrow$ Doppelverhältnis zwischen vier Punkten unverändert.

Projektor, $\rightarrow$ Bildwerfer.

Prolamine, $\rightarrow$ Eiweiß.

Promethium, Pm , chem. Element aus der Gruppe der $\rightarrow$ Lanthaniden mit der Ordnungszahl 61. Vermutlich sind alle Isotope des Elements so stark radioaktiv, daß es in der Natur nicht gefunden werden kann. Sehr geringe Mengen einiger Isotope wurden im Zyklotron und im Uranbrenner künstlich erzeugt. Die Halbwertszeit seines langlebigsten bekannten Isotops (Massenzahl 144) beträgt 108 Tage.

Promille, $p. m.$ oder ‰, je Tausend.

Pro motoren, Zusätze, die die Wirkung eines großtechn. verwendeten Katalysators verbessern.

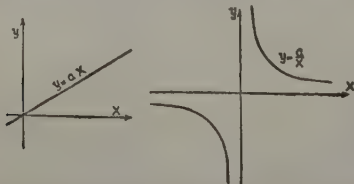
Pronyscher Zaum, $\rightarrow$ Bremsleistung.

Propan, C_3H_8 , ein gasförmiger Kohlenwasserstoff der Methanreihe, wird aus Erdgas und als Nebenprodukt der Erdölraffinerie und der Kohlehydrierung gewonnen und als chem. Ausgangsprodukt, als Treibstoff für Motoren und in steigendem Maße in abgelegenen Wohnstätten und Betrieben als Heizgas verwendet (Heizwert 22.250 kcal/m³). Für Heizzwecke kommt es komprimiert in Stahlflaschen mit 6, 15 und 22 kg Inhalt in den Handel (Flaschengas).

Propeller, die Luft-, Schiffsschraube. P -Turbine, $\rightarrow$ Wasserturbine.

Propeller-Turbinen-Luftstrahltriebwerk, PTL-Triebwerk, ein $\rightarrow$ Strahltriebwerk.

Propionsäure, $CH_3 \cdot CH_2 \cdot COOH$, eine $\rightarrow$ Fettsäure.



Proportion: links direkte Proportionalität, rechts umgekehrte Proportionalität.

Proportion, eine Gleichheit von Zahlenverhältnissen, z. B. $5:15 = 6:18$. Drei Zahlen a, b, c stehen in harmonischer $P.$, wenn $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{c}$ ist. **Proportional** ist das Zahlenpaar (a, b) zum Zahlenpaar (a', b') , wenn $a = p \cdot a', b = p \cdot b'$ ist mit demselben Proportionalitätsfaktor p ; z. B. ist $(6, 12)$ proportional zu $(2, 4)$ mit $p = 3$.

Propyl, $CH_3 \cdot CH_2 \cdot CH_2$, einwertige, vom Propan abgeleitete Atomgruppe.

Propylalkohol, $CH_3 \cdot CH_2 \cdot CH_2OH$, ein im Fuselöl enthaltener Alkohol.

Propylen, **Propen**, $CH_3 \cdot CH = CH_2$, ein gasförmiger, als techn. Ausgangsstoff sehr wichtiger ungesättigter Kohlenwasserstoff; findet sich in großen Mengen in den Krackgasen der Erdölindustrie.

Protaktinium, Pa , sehr seltenes, radioaktives chem. Element, Ordnungszahl 91, Massenzahlen 231, 234; Glied der Uran-Aktinium-Zerfallsreihe ($\rightarrow$ Radioaktivität). $P.$ wurde 1918 von HAHN und MEITNER entdeckt.

Protamine, Eiweißkörper, $\rightarrow$ Eiweiß.

Proteasen, **Proteinasen**, eiweißabbauende $\rightarrow$ Enzyme (ÜBERSICHT).

Proteide, zusammenges. Eiweißkörper, $\rightarrow$ Eiweiß.

Proteine, einfache Eiweißkörper, $\rightarrow$ Eiweiß.

Protium, das Isotop des Wasserstoffs mit der Massenzahl 1.

Proton, Elementarteilchen, mit dem $\rightarrow$ Neutron zusammen Baustein der Atomkerne; über seine physikal. Eigenschaften $\rightarrow$ Elementarteilchen, TABELLE. Das $P.$ bildet den Kern des Wasserstoffatoms. Durch Messen der Streuung sehr energiereicher Elektronen an Wasserstoff kann die Struktur des $P.$ untersucht werden. Das gestreute Elektron dringt in das $P.$ ein und tastet gewissermaßen dessen Ladungsverteilung ab. Nach den Meßergebnissen (HOFSTADTER, Nobelpreis 1961) ist das $P.$ nicht punktförmig, sondern besteht aus einem „Kern“ mit der Ladung von etwa $+0,1 e$ (e = Elementarladung), dessen räumliche Ausdehnung noch nicht gemessen werden konnte, und zwei den Kern umgebenden „Ladungswolken“. Die Ausdehnung dieser Wolken sind $0,47 \cdot 10^{-13}$ cm und $0,32 \cdot 10^{-13}$ cm, und sie enthalten die Ladungsmenge $+0,3 e$ und $+0,6 e$ (vgl. $\rightarrow$ Neutron). Man sagt zur Beschreibung dieser Struktur: Das $P.$ besteht aus dem „nackten“ $P.$, das sich durch ständige Aussendung und darauffolgende Absorption positiver, virtueller π -Mesonen mit einer „Mesonenwolke“ umgibt ($\rightarrow$ Elementarteilchen). In der Kernphysik benutzt man energiereiche Protonenstrahlen, um Kernreaktionen zur Herstellung künstlicher Isotope oder zur Gewinnung anderer energiereicher Teilchen anzuregen. Sehr energiereiche $P.$ erhält man mit dem Protonen-Synchrotron ($\rightarrow$ Synchrotron). Die $P.$ bilden den wesentlichen Teil der primären $\rightarrow$ kosmischen Ultrastrahlung.

Protonenmikroskop, ein dem $\rightarrow$ Elektronenmikroskop analoges Gerät. Mit einem linsenlosen $P.$, dem Feld- $P.$ nach E. W. MÜLLER, das umgekehrt gepolt ist wie das $\rightarrow$ Feldelektronenmikroskop, kann man atomare Gitterstrukturen von Metallkristallen sichtbar machen.

Protonenstürme. In seltenen Fällen werden von der Sonne Protonen ausgeworfen, die so energiereich sind, daß sie die ganze Atmosphäre durchdringen und eine merkliche Zunahme der Intensität der kosmischen Ultrastrahlung auf dem Erdboden bewirken. Im interplanetar. Raum stellen diese $P.$ wegen ihrer Intensität eine erheb. Gefahr für die bemannte Raumfahrt dar. Bisher wurden in 15 Jahren rd. ein Dutzend derartiger Effekte beobachtet, von denen etwa ein Drittel gefährlich. Stärke hatte. Am Erdboden sind die $P.$ ungefährlich.

Protuberanzen, aus der Chromosphäre der

Sonne emporgeschleuderte leuchtende Gasmassen sehr geringer Dichte (10^{-9} der Erdatmosphäre), bestehen in der Hauptsache aus Wasserstoff, Helium und Kalzium. Die größte bisher gemessene Aufstiegsgeschwindigkeit betrug fast 1000 km/s, die größte Aufstiegshöhe 1 Mio km, das ist die 3fache Entfernung Erde–Mond. Im allgem. haben die P. eine gekrümmte Form und scheinen von einem Punkte der Sonnenscheibe auszugehen und in einen anderen Punkt, der oft mit einem Sonnenfleck zusammenfällt, einzumünden. Bei einzelnen besonders großen P. kann man auch die Lösung einer Wolke beobachten, die sich von der Sonne fortbewegt. Solche fortgeschleuderten Gasmassen können die Erde treffen und geben dann Veranlassung zu Polarlichtern und magnet. Störungen. Die Lebensdauer eruptiver P. ist sehr gering, dagegen haben die ruhenden P. eine Dauer von Tagen und Monaten. Sie können mit Hilfe besonderer Geräte (Spektroheliostkope und Spektroheliographen) auch als Fackeln auf der Sonnenscheibe selbst beobachtet werden.

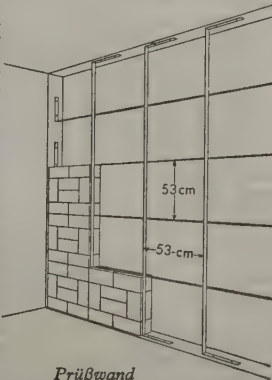
Proustii, →Rotgültigerz.

Prozeßrechner, Sonderform eines Rechenautomaten zur Steuerung gleichförmiger industrieller Prozesse, z. B. in der chem. Industrie, bei Walzstraßen, in Dampfkraftwerken. Der P. ist Teil eines Regelkreises und steuert den Prozeß auf Grund vieler, ständig übermittelter Meßwerte, so daß ein gleichmäßiges Produkt erzielt wird, auch bei wechselnden Rohstoffen und Arbeitsbedingungen.

Prüffeld, der Teil eines Betriebes, in dem die Erzeugnisse auf einwandfreies und wirtschaftl. Arbeiten geprüft werden, meist durch einen Probelauf; insbes. die Einrichtungen zum Prüfen von elektr. Geräten (Verstärker, Rundfunkgeräte usw.).

Prüfstand, Versuchsanlage zur Prüfung von Maschinen und Geräten unter Betriebsbedingungen. Z. B. wird die Leistung von Kraftmaschinen (Turbinen, Kolbenmotoren usw.) durch eine angekuppelte Wasserbremse, einen Generator oder einen Bremspropeller verbraucht und gemessen. Flugmotoren werden zur Schalldämpfung in Gebäuden mit oben offenen Türmen und besonderem Bedienungsraum mit Beobachtungsfenster geprüft.

Prüßwand, durch senkrechte und waagerechte Stahlbänder (früher Flach-, heute Rundstahlbänder) in Abständen von 2 Ziegellängen bewehrte freitragende Backsteinwand.



Prüßwand

PS, Abk. für Pferdestärke (→Leistung).

Psammite, mitteltörnige Trümmergesteine, Korndurchmesser zwischen 2 und 0,02 mm.

Psephite, grobkörnige Trümmergesteine, Körnung größer als 2 mm.

Pseudomorphose, die Verdrängung einer Mineralart durch eine andere unter Beibehaltung der Kristallform der ersten, häufig verbunden mit Wasseraufnahme, z. B. bei den P. von Talk oder Serpentin nach Olivin.

Psilocybin, ein Indol-Alkaloid aus mexikan. Zauberpilzen, ruft Halluzinationen hervor.

Psilomelan, →Pyrolusit.

Psychrometer, Gerät zur Bestimmung der Luftfeuchtigkeit aus der Verdunstungskälte, besteht aus zwei gleichartigen Thermometern, von denen die Kugel des einen durch einen Musselindocht stets feucht gehalten wird.

Pt, chem. Zeichen für →Platin.

Ptolemäus, Claudius, griech. Astronom und Geograph, lebte etwa von 85–165 n. Chr. in Alexandria. Sein Hauptwerk „Almagest“ faßte das griech. astronom. Wissen systematisch zusammen und bildete die Grundlage der Astronomie bis in die Zeit der KOPERNIKUS, KEPLER und GALILEI, die das ptolemäische geozentrische Weltssystem überwand. Große Wirkung entfaltete auch seine „Geographie“, an die im 15./16. Jahrh. die wissenschaftl. Erdkunde anknüpfte.

Pu, chem. Zeichen für →Plutonium.

Puddeln, ein älteres Verfahren zur Herstellung von →Stahl (Puddelstahl).

Puffer, 1) Vorrichtung an Eisenbahnwagen zur Aufnahme von Druck- und Stoßkräften.

2) **PHYSIKALISCHE CHEMIE**: Stoffe und Stoffgemische zur Aufrechterhaltung der →Wasserstoffkonzentration (pH) in Reaktionssystemen, meist Gemische von schwachen Säuren mit ihren Alkalisalzen, die auf Grund ihres Dissoziationsgleichgewichtes zugesetzte Wasserstoff- oder Hydroxylionen weitgehend „abfangen“, so daß die Wasserstoffkonzentration, die „Reaktion“ der Lösung, annähernd konstant bleibt.

Puls, regelmäßige (periodische) Impulsfolge.

Pufferbatterie, eine Akkumulatorenbatterie, die heftige, stoßweise auftretende elektrische Stromentnahmen in Leitungsnetzen ausgleicht (Pufferbetrieb).

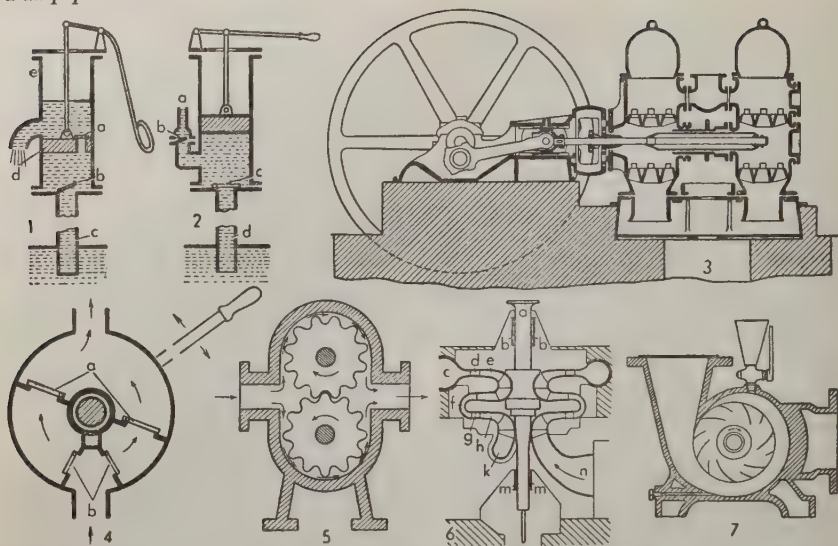
Pülpe, **Pulp**, 1) die Schnitzelzeilen in den Rohsäften der Zuckerfabrikation, 2) **Obstpülpe**, gedämpftes Obst und Beerenobst für die Marmeladenindustrie, 3) Faserbrei zur Papierfabrikation.

Pulvermetallurgie, die Herstellung von Formkörpern aus Pulvern, Körnern oder Spänen von Metallen und Nichtmetallen durch Druck und Wärme.

Werkstücke aus **Metallpulvern** werden in Formen unter hohem Druck gepreßt, dann werden die Körper meist vorgesintert, nachbearbeitet und fertiggesintert, wobei die Volumenminderung berücksichtigt werden muß. Auch **Heißpressen** wird durchgeführt. Durch **Walzen** von Pulvern mit anschließender Wärmebehandlung werden Bleche hergestellt. Durch die **Wärmebehandlung** kann das Sintergut einerseits in festem Zustand zusammenwachsen; andererseits kann auch in Gebieten gegläut werden, in denen ein Anteil einer Mischung flüssig ist. So werden gesinterte →Hartmetalle für spanabhebende Werkzeuge, Werkzeuge im Bergbau und Ziehstehne hergestellt und Pulver vereinigt, die keine Legierbarkeit aufweisen, z. B. Metalle oder Legierungen mit Graphit- oder Diamanteinlagerungen. Die Pulver braucht man nicht dicht zu sintern, sondern kann eine gewisse Porosität bestehen lassen, z. B. für **Lagerwerkstoffe** oder **Filter**. Bei Sinterwerkstoffen sind **Bindemetalle** zur Bindung anderer Stoffe von Bedeutung.

R. KIEFFER u. W. HOTOP: P. und Sinterwerkstoffe (*1948).

Pumpe, Gerät oder Maschine zum Fördern, insbes. zum Heben von Flüssigkeiten. Die **Kolben-P.** saugt beim Hingang des Kolbens über ein sich nach innen öffnendes Saugventil in einen Zylinder die Flüssigkeit, die beim Rückgang durch ein sich nach außen öffnendes Druckventil im Kolben über diesen tritt (Saug-P.), oder die Flüssigkeit wird beim Rückgang über ein Druckventil in der Druckleitung in diese gedrückt (Druck-P.). Bei Förderung von Wasser in nicht zu große Dampfkessel benutzt man oft die **Duplex-Dampf-P.**, eine doppelt wirkende Kolben-P. mit unmittelbarem Antrieb durch eine Kolbendampfmaschine. **Flügel-P.** haben einen oder mehrere Flügel, die um die Achse eines Zylindergehäuses hin und her schwingen. Das Saugventil befindet sich im Gehäuse, Druckventile in den Flügeln. Sie werden meist von Hand betätigt. **Kapsel-P.** haben einen umlaufenden Kolben, so daß Ventile wegfallen. Die Kolbenwelle ist im Gehäuse exzentrisch gelagert. Die häufigste Bauform für Schmier- und Reglerförderung ist die **Zahnrad-P.**; hierbei drücken zwei formschlüssig ineinandergreifende Zahnräder die Flüssigkeit im Zwischenraum von der Saug- auf die Druckseite. **Ketten-P.** haben eine große



Pumpe: 1 Saugpumpe; a Druckventil, b Saugventil, c Saugrohr, d Kolben, e Zylinder. 2 Druckpumpe; a Druckrohr, b Druckventil, c Saugventil, d Saugrohr. 3 Kolbenpumpe. 4 Flügelpumpe; a Druckventile, b Saugventile. 5 Zahnraddumpe. 6 Stehende zweistufige Kreiselpumpe (Längsschnitt); a Pumpenwelle, b oberes Halslager, c Pumpenspirale, d Leitrad Stufe II, e Laufrad Stufe II, f Umlenk-Leitrad, g Leitrad Stufe I, h Laufrad Stufe I, i Saugkrümmer, m unteres Halslager, n Zulaufrohr. 7 Liegende Kreiselpumpe mit doppelseitigem Einlauf (Querschnitt). - (3, 7 nach „Hütte“.)

Anzahl von Gummiteilern, die an einer endlosen Kette angeordnet und im aufsteigenden Ast der Rohrleitung geführt sind. *Membran-P.* haben anstatt des Kolbens eine Biegehaut aus Gummi, Leder usw., z.B. für ätzende und verunreinigte Flüssigkeiten. → *Kreiselpumpen (Schleuder-, Zentrifugal-P.)* haben ein mit vielen gekrümmten Schaufeln versehenes Laufrad. Wird dieses rasch gedreht (Antrieb durch Elektromotor oder Dampfturbine, *Turbo-P.*), so tritt die Flüssigkeit durch eine Ringöffnung in der Mitte ein, wird von den Schaufeln erfasst und durch die Zentrifugalkraft mit erhöhtem Druck und großer Geschwindigkeit nach außen geschleudert. Zur Erzielung großer Förderhöhen, bes. in der Kesselspeise-P., werden mehrere Laufräder auf der gleichen Welle angeordnet und das Wasser durch entsprechende Umkehrschaufeln im Gehäuse den einzelnen Laufrädern zugeleitet. Eine Sonderausführung der Kreisel-P. ist die *Axial-P.* mit schraubenförmigen oder propellerartigen Schaufeln für große Fördermengen bei kleinen Förderhöhen. Axial-P. werden für Schmutzwasser, Kohleschlamm, Aschebeseitigung verwendet. In *Wasserstrahl-P.* saugt das aus einer Düse mit großer Geschwindigkeit austretende Betriebswasser das zu fördernde Mittel (Flüssigkeit, Gas) an, mischt sich mit ihm und führt es fort (Wasserhebung im Bergbau, Auspumpen von Luft aus Gefäßen, BILD); *Dampfstrahl-P. (Injektor, z. B. bei Lokomotiven)* arbeiten ähnlich. *Mammut-P.* arbeiten mit Druckluft von 3–5 at, die durch ein Rohr in das unter Wasser stehende Fußstück strömt und sich dort mit dem Wasser mischt, so daß das

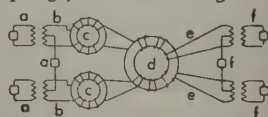
leichtere Luft-Wasser-Gemisch in dem dickeren Rohr nach oben steigt. Mammut-P. dienen zum Heben von Flüssigkeiten aus sehr tiefen, engen Bohrlochern. *Hydraulische Widder* fördern durch Stoßwirkung (→ Stoßheber). → Diffusionspumpe, → Hochvakuumtechnik, → Luftpumpe.

C. PFLEIDERER: Kreisel-P. (1961); E. FUCHS-LOCHER u. H. SCHULZ: Die P. (1959).

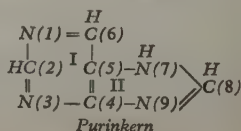
Pumpenspeicherwerk, → Wasserkraftwerk.
Punzen, Stahlstempel zum Einprägen von Buchstaben oder Verzierungen in Metall.

Pupinspule (M. PUPIN, 1858–1935), zwei auf einen ringförmigen, aus Eisenpulver und Isoliermasse gepressten Kern gewickelte Spulen, die in gleichmäßigen Abständen (meist 1,7 km) in eine Kabel Doppelleitung eingeschaltet werden (*Pupinisierung*). Dadurch wird in einem Frequenzbereich unterhalb einer charakterist. Frequenz, der Grenzfrequenz, die Dämpfung je km der Leitung und gleichzeitig ihre Abhängigkeit von der Frequenz (Dämpfungsverzerrung) vermindert.

Purine, organ. Verbindungen, die den aus einem Pyrimidin (I) und Imidazolring (II) zusammengesetzten *Purinkern* enthalten. Die Wasserstoffatome des Purinkerns sind bei den natürlich vorkommenden P. durch Hydroxyl-, Amino- oder Methylgruppen ersetzt. Zu den P. gehören Harn-



Pupinspule: Schema der Schaltung von Pupinspulen in Fernkabeln, bei denen aus je zwei Stammleitungen eine Vierer- oder Phantomleitung gebildet wird; a Sprechstellen, b die zwei Stammleitungen, c Pupinspulen der Stammleitungen, d Pupinspule der Viererleitung, e Viererleitung, f Sprechstellen.



säure (2-6-8-Trioxypurin), Adenin (6-Aminopurin), Guanin (2-Amino-6-Oxypurin), Hypoxanthin (6-Oxypurin), Xanthin (2-6-Dioxypurin). *Methylpurine* sind Koffein, Theobromin und Theophyllin.

Purpur, der Farbstoff der Purpurschnecke, chemisch 6-6'-Dibromindigo.

Püttmaschine, *Blausandfördermaschine*, *Kuhlbagger*, dient dazu, bes. in Marschen die sehr fruchtbare Erde des Untergrundes auf die Oberfläche zu fördern. Ein rotierendes Bohrrohr nimmt durch Schlitzte die durch einen Schneidkopf gelockerte Untergrunde ins Rohrinne auf und fördert sie durch eine Schnecke nach oben.

Putz, eine 0,5–2,5 cm dicke Mörtelschicht auf Wänden, Decken u. a. Bauteilen. *Innen-P.* enthält 1 Teil Weißkalk, 3 Teile Sand, wird mit Wasser zu Brei verrührt, mit der Kelle angeworfen, mit dem Auftragbrett (Kartische) abgezogen und mit Reibe- brett glattrieben (Stärke etwa 1,5 cm). *Gipsglätt-P.* besteht aus 1 Teil Stuckgips, 3 Teilen Sand, etwas Weißkalkbrei. *Wasserdicht-P.*: 1 Teil Zement, 2 Teile Sand, Dichtungszusatz (→ Sperrstoffe). – Beim zweilagigen *Außenputz* wird der *Oberputz* erst aufgetragen, wenn der aufgeraute *Zement-Unterputz* abgeunden hat und gleichmäßig trocken ist. Man unterscheidet *Kalkmörtel-P.* aus 1 Teil Weißkalk, 3 Teilen Sand, etwas Zement; *P.* aus *hydraul. Kalkmörtel*: 1 Teil hydraul. Kalk, 3 Teile Sand (wetterbeständiger als Kalkmörtel-P.); *Edel-P.* aus Trockenmörtelmischung (mit Naturstein verschiedener Färbung und Körnung). – *Rauher Kellen-P.* wird scharf geworfen, nicht verrieben, *Spritz-P.* mit einem Besen über ein Brett gespritzt, *Kratz-P.* erhält die körnige Oberfläche durch Kratzen mit einem Kratzbrett, *Wasch-P.* wird naßgehalten, nach 5 Tagen mit zehnprozentiger Salzsäurelösung abgebur- stet, *Stein-P.* mit Steinmetzwerkzeugen gestockt, scharriert. – *P.-Träger* an Holzbalkendecken, Treppenuntersichten, Fachwerkteilen sind Schilfrohr-, Holzstab-, Putz-, Drahtziegelgewebe, Streckmetall.

Puzzolane werden dem Beton zugesetzt, um seine Wasserdichtigkeit und Salz- wasserbeständigkeit zu verbessern (hydrau- l. Zusatz). Sie enthalten etwa 6% CaO, 2% MgO, 24% lösl. SiO₂, 18% Al₂O₃ und 7% Fe₂O₃.

Pyknometer, *Aräopyknometer*, meist birnenförmiges Glasgefäß zur Bestimmung des spez. Gewichtes von Flüssig- keiten oder festen Körpern durch Verdrängen der entspr. Flüssigkeitsmenge.

Pyramide, GEOMETRIE: ein Körper, der da- durch entsteht, daß die Ecken eines ebenen Viel- eckes, etwa *ABCDE*, vom Flä- cheninhalt *g* mit einem Punkte *S* außerhalb der Ebene des Viel- eckes verbunden werden. Der Inhalt einer *P.* ist gleich $\frac{1}{3} g \cdot h$ (*h* = Höhe der *P.*).

Pyranometer, Gerät zur Messung der Sonnen- und Himmelsstrahlung.

Pyrrargyrit, → Rotgültigerz.

Pyrazol, $\begin{matrix} \text{CH} = \text{N} \\ | \\ \text{CH} = \text{CH} \end{matrix} \text{NH}$,

heterozyklische organ. Base. Ein Reduktionsprodukt des *P.* ist das *Pyrazolin*, ein Ketopyrazolin ist das *Pyrazolon*, dessen Derivate in vielen fiebersenkenden und schmerzstillenden Arzneistoffen vorliegen. Die *Pyra- zolinfarbstoffe* bilden eine wichtige Klasse von echten gelben bis braunen Azofarbstoffen.

Pyren, C₁₄H₁₀, ein kristallisierender aromatischer Kohlenwasserstoff im Steinkohlen- teer.

Pyridin, eine heterozyklische organ. Base, die im Steinkohlenteer und Knochenöl vorkommt. Durch Anlagerung von Wasserstoff an *P.* ent- steht Piperidin. Von beiden Verbin-

dungen leiten sich Alkaloide ab. – Zusammen mit dem *P.* finden sich seine Homologen, die *Pikoline* (Methylpyridine), *Lutidine* (Dimethylpyridine) und *Kollidine* (Trimethylpyridine).

Pyrimidin, in den Purinen und Nukleinsäuren vorliegendes heterozykl. Ringsystem mit 2 Stickstoff-Atomen. *P.*-Ab- kömmlinge sind: *Uracil* (2,4-Dioxy-*P.*), *Thymine* (2,4-Dioxy-5-Methyl-*P.*), *Cytosine* (2-Oxy-4-Amino-*P.*).

Pyrit, → Eisenkies.

pyro-, CHEMIE: Vorsilbe zur Be- zeichnung von Verbindungen, die durch Erhitzen dargestellt werden, bes. von anorgan. Säuren, die weniger Wasser ent- halten als andere, vom gleichen Anhydrid abge- leitete Formen.

Pyroelektrizität, die eng mit der → Piezo- elektrizität zusammenhängende Fähigkeit mancher Kri- stalle, sich bei Erwärmung oder Abkühlung in ent- gegengesetzten Richtungen entgegengesetzt elek- trisch aufzuladen. Die Umkehrung des *pyroelektri- schen Effekts*, d. h. die Entwicklung von Wärme an einem pyroelektr. Kristall im elektr. Feld, heißt *elektrokalo- rischer Effekt*.

Pyrogallol, C₆H₃(OH)₃, ein Trioxymol, wird verwendet als photograph. Entwickler, in der Gas- analyse in alkal. Lösung zur Sauerstoffabsorption.

Pyrogene, *Fieberstoffe*, Inhaltsstoffe gramnegativer Bakterien, die beim Einbringen in den Körper bereits in Mengen von etwa $\frac{1}{1.000.000}$ g eine Tem- peraturerhöhung hervorrufen. Die *P.* konnten rein dargestellt werden; sie sind Lipopolysaccharide, die außer dem hochmolekularen Zucker eine Phosphor- lipidkomponente als Baustein enthalten.

Pyrolusit, *Pollanit*, tetragonales Mineral, Man- gandioxid, MnO₂, dunkelgrau, metallisch glänzend, als *Psilomelan* oder *schwarzer Glaskopf* in traubigen, niedrigen Massen; wichtiges Manganerz.

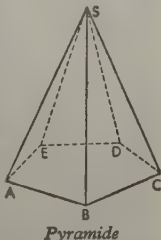
Pyrometallurgie, die Gewinnung und Raffina- tion von Metallen durch physikal. und chem. Ver- fahren bei höheren Temperaturen.

Pyrometamorphose, Gesteinsumwandlung bei sehr hohen Temperaturen unter Einwirkung glut- flüssiger Lava auf das Nebengestein.

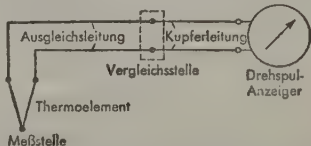
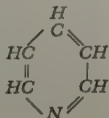
Pyrometer, ein Gerät zum Messen hoher Tem- peraturen. Beim *thermoelektrischen P.* wird die Span-



Pykno- meter

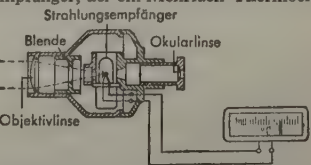


Pyramide



Pyrometer: thermoelektrisches Pyrometer (schematisch)

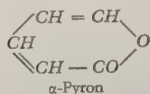
nung eines Thermoelements mit einem in Tem- peraturgraden geeichten → Drehspulinstrument ge- messen. *Strahlungs-P.* sammeln die Strahlungs- energie durch eine Objektlinse auf ihrem Strah- lungsempfänger, der ein Mehrfach-Thermoelement



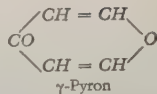
Strahlungs-Pyrometer mit Anzeigenelement (schematisch).

oder eine → Photozelle ist, oder sie beruhen auf dem Vergleich der Helligkeit eines glühenden Körpers mit der einer Glühlampe für eine bestimmte Spek- tralfarbe.

Pyrone, heterozyklische organ. Verbindungen, deren Grundsubstanzen das α-Pyron und das γ- Pyron sind:



α -Pyron



γ -Pyron

Zu den P. gehört eine große Anzahl Pflanzenstoffe, von denen die meisten außer dem Pyronring noch Benzolkerne enthalten.

Pyrop, $\rightarrow$ Granat.

pyrophor heißen feinst verteilte Metalle, die sich bei Berührung mit dem Luftsauerstoff durch die bei der Oxydation freiwerdende Wärme entzünden. Besonders p. sind Pulver und Drehspäne von Leichtmetallen. Eine häufig verwendete pyrophore Legierung ist die Zr-Eisen-Legierung nach AUER v. WELSCH (Auermetall); Verwendung für Taschenfeuerzeuge, Gasanzünder, Grubenlampen usw.

Pyrophyllit, $\rightarrow$ Talk.

Pyropissit, bes. harzreiche Mattbraunkohle.

Pyrotechnik, Feuerwerkerei, Herstellung und Anwendung von Feuerwerks- und Sprengkörpern.

Pyroxene, wichtige Mineralien bes. der basischen Gesteine. *Enstatit* und *Bronzit*, $(\text{Mg}, \text{Fe}) \text{SiO}_3$, sind rhombisch. Die meisten P. sind monoklin: Diopsid, $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$, farblos bis dunkelgrün; im bronzit-

ähnlichen *Diallag*, im grünen, körnigen *Omphacit* und im grünen bis schwarzen *Augit* sind Mg und Si zunehmend durch Aluminium und Eisen ersetzt; *Agirin*, $\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$, ist schwarz, *Jadeit*, $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, hellgrün, feinfaserig-verfilzt, daher zäh.

Pyrrhol, eine im Steinkohlenteer und bes. im Knochenöl enthaltene ölige, heterozyklische organ.

Verbindung der Formel $\begin{array}{c} \text{HC} - \text{CH} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{HC} \cdot \text{NH} \cdot \text{CH} \end{array}$. Durch Reduktionsmittel können an P. 2 oder 4 Wasserstoffatome gelagert werden; dadurch entstehen die starken Basen *Pyrrholin*, $\text{C}_4\text{H}_7\text{N}$, und *Pyrrholidin*, $\text{C}_4\text{H}_9\text{N}$. Wichtige Naturstoffe, z. B. das Chlorophyll und der Blutfarbstoff, sind Abkömmlinge des P.

Pyruvat, Ester der Brenztraubensäure.

Pythagoreische Lehrsatz: In einem rechtwinkligen Dreieck ist der Flächeninhalt des Quadrates über der Hypotenuse c gleich der Summe der Flächeninhalte der Quadrate über den Katheten a und b , also $c^2 = a^2 + b^2$ (BILD Dreieck).

Pythagoreische Zahlen, drei natürl. Zahlen a, b, c , zwischen denen die Beziehung $a^2 + b^2 = c^2$ besteht, z. B. 3, 4, 5. Es gibt unendlich viele Tripel Pythagoreischer Zahlen.

Q

Q, q, Abk. für Quadrat, z. B. qm; Schreibweise meist m^2 .

Quader, 1) MATHEMATIK: ein Parallelepiped, das von sechs Rechtecken begrenzt wird.

2) BAUTECHNIK: natürliche, selten künstliche Mauersteine von rechteckiger Gestalt, mit bruchrauen oder vom Steinmetz bearbeiteten Ansichtsflächen.

Quadrant, 1) ASTRONOMIE und NAUTIK: früher viel benutztes Instrument zur Messung von Höhen im Meridian, ein Viertelkreis mit einer Winkelteilung an seiner Peripherie und einer Visiereinrichtung entlang eines Radius.

2) GEOMETRIE: Teil einer Kreisfläche, der von zwei aufeinander senkrechten Radien begrenzt wird.

Quadrat, 1) Viereck mit vier gleichen Seiten und vier rechten Winkeln.

2) die zweite $\rightarrow$ Potenz. - *Quadrat*..., die Fläche eines Quadrats mit den Seiten der bezeichneten Länge, z. B. Quadratmeter (m^2).

Quadratur, die Berechnung des Flächeninhaltes eines von Kurven berandeten Bereiches. Allgemeine Verfahren zur Q. wurden in der Integralrechnung entwickelt. - Unter der Q. des Kreises versteht man die Aufgabe, durch eine Konstruktion allein mit Zirkel und Lineal in einem endlichen Teil der Ebene einen vorgegebenen Kreis in ein flächengleiches Quadrat überzuführen. Daß diese Aufgabe unlösbar ist, kann man heute mit Hilfe der Galois-Theorie zeigen, nachdem LINDEMANN 1882 die Transzendenz der $\rightarrow$ Ludolfischen Zahl π nachgewiesen hat.

Quadrik, Kurven und Flächen zweiter Ordnung. **Quadrupol**, erste Verallgemeinerung des $\rightarrow$ Dipols in der Reihe der $\rightarrow$ Multipole.

Quadrupollinse, ringförmige Anordnung von 4 Elektroden oder Polen zur Fokussierung von Strahlen geladener Teilchen, viel verwendet in der $\rightarrow$ Hochenergiephysik.

Quantelung, $\rightarrow$ Quantenmechanik; zweite Q., $\rightarrow$ Quantenelektrodynamik.

Quanten, ATOMPHYSIK: $\rightarrow$ Quantentheorie, $\rightarrow$ Lichtquanten, $\rightarrow$ Quantentheorie der Felder.

Quantenbiologie, das Forschungsgebiet, das den Nachweis gewisser quantenphysikalischer Vorgänge als wesentliche, steuernde Ereignisse des biolog. Geschehens anstrebt.

F. DESSAUER; Q. (1954).

Quantenelektrodynamik, die Anwendung des in der Atomtheorie bewährten mathematischen For-

malismus der $\rightarrow$ Quantenmechanik auf das elektromagnet. Feld und das Wellenfeld der Elektronen. Die Quantelung des elektromagnet. Feldes in Abwesenheit von Elektronen liefert eine Theorie, in der die dualistische Natur des Lichtes (Interferenzfähigkeit einerseits, Existenz von Lichtquanten andererseits) in exakter Weise zum Ausdruck kommt. In ähnl. Weise kann auch das Materiewellen-Feld der Elektronen behandelt werden (*zweite Quantelung*). Noch ungelöste mathemat. Schwierigkeiten stellen sich jedoch ein, wenn man in der allgemeinen $\rightarrow$ Quantenfeldtheorie analoge Probleme auch für andere Elementarteilchen zu behandeln sucht.

W. THIRRING: Einführung in die Q. (1955); A. J. ACHESON u. B. BERESTETSKY: Q. (1962).

Quantenfeldtheorie, eine Erweiterung der $\rightarrow$ Quantenelektrodynamik mit dem Ziel, neben Lichtquanten und Elektronen auch die sonstigen Arten von Elementarteilchen (Nukleonen, Mesonen usw.) zu berücksichtigen und dadurch außer den elektromagnetischen Kräften auch die *Kernbindungskräfte* („starke Wechselwirkung“) und weitere Kräfte zwischen den Elementarteilchen („schwache Wechselwirkungen“) aufzuklären. Die im engeren Rahmen der Quantenelektrodynamik überwundenen mathemat. Schwierigkeiten treten hier in so verschärfter Form auf, daß manche Forscher sie nur dann beheben zu können glauben, wenn die Schaffung einer grundsätzlich über die Quantentheorie hinaus führenden, tiefer gehenden Theorie gelingt; für diese dürfte die $\rightarrow$ Elementarlänge eine ähnlich fundamentale Bedeutung besitzen, wie das Plancksche Wirkungsquantum für die Quantentheorie.

G. WENTZEL: Einführung in die Q. d. Wellenfelder (Wien 1943); F. MANDEL: Introduction to quantum field theory (N. Y. 1959).

Quantenmechanik, die von HEISENBERG, BORN, JORDAN, DIRAC begründete Mechanik der Atom-elektronen, die den Erfordernissen der $\rightarrow$ Quantentheorie in widerspruchsfreier Weise Rechnung trägt. Die Q. verzichtet völlig auf die Definition und Berechnung von Quantenbahnen nach klass. Vorbild und ersetzt beobachtbare Größen (Observable) wie Ort, Impuls, Energie durch Operatoren (*Quantelung*). Als solche benutzt sie im Gegensatz zur $\rightarrow$ Wellenmechanik quadratische Matrizen, deren Eigenwerte gerade die Werte der Observablen sind, die diese in den verschiedenen Zuständen des Atoms, Moleküls usw. annehmen können. Die Berechnung

dieser Werte läuft im wesentlichen hinaus auf die Umformung der Matrizen auf Diagonalform; die Eigenwerte, die vorher in der Matrix gleichsam „verborgen“ waren, werden damit „greifbar“, oder, anschaulich gedeutet: der Meßakt greift aus einer Art Vereinigung aller möglichen Werte einen bestimmten heraus. Matrizen, die sich nicht zugleich auf Diagonalgestalt bringen lassen, repräsentieren beobachtbare Größen, die nicht gleichzeitig exakt meßbar sind (→ Unschärferelation).

Die Begründung der Wellenmechanik SCHRODINGERS nach Aufstellung der Q. hat das mathemat. Rüstzeug dieser Theorie ungemein erweitert und ihre Rechenmethoden geschmeidiger und leistungsfähiger gemacht. Dem physikal. Inhalt der Theorie hat sie jedoch nichts Neues hinzugefügt, da beide Ansätze sich als mathematisch äquivalent erwiesen haben.

W. HEISENBERG: Die physikal. Prinzipien der Quantentheorie (1930, Neudr. 1958); G. LUDWIG: Die Grundlagen der Q. (1954); W. DÖRING: Einf. i. d. Q. (*1960).

Quantensprünge, sprunghafte → Elementarprozesse.

Quantenstatistik, die Verallgemeinerung der → statistischen Mechanik durch die → Quantentheorie; also die Zurückführung der Gesetze der Wärmeerscheinungen auf die quantentheoretischen Reaktionsgesetze der einzelnen Atome. Die Q. liefert u. a. eine Begründung des 3. Hauptsatzes der Thermodynamik. Ferner ergibt sich aus ihr die Gasentartung: sie beruht auf der → Nichtunterscheidbarkeit der Elektronen, Atome, Lichtquanten usw. Dabei ergibt sich je nach der Art der Teilchen des Gases die → Fermi-Dirac-Statistik oder die → Bose-Einstein-Statistik.

Quantentheorie, die Theorie des physikal. Verhaltens mikrophysikalischer Gebilde (Atome, Moleküle, Elektronen und anderer Elementarteilchen, Lichtquanten). Die Q. wurde 1899/1900 von M. PLANCK begründet, 1905 zunächst von A. EINSTEIN vertieft, seit 1913 von N. BOHR auf die Fragen des Atombaus angewandt und von zahlreichen Forschern bis zur vollständigen mathemat. Präzisierung (1925) weiter ausgebaut. Den Zugang zur Q. lieferte eine von PLANCK entwickelte Strahlungsformel, die – im Gegensatz zu den bis dahin bekannten, nur begrenzt gültigen Gesetzen – die Intensitätsverteilung der Strahlung des → schwarzen Körpers über das ganze Spektrum empirisch richtig wiedergibt. Die theoretische Begründung dieser Formel führte auf die Vorstellung, daß die Atome Strahlungsenergie nicht stetig in jeder beliebigen Größe, sondern nur stoßweise in bestimmten Quanten (Energieelementen) aussenden oder aufnehmen. Die Größe der Quanten E ist gegeben durch die Schwingungszahl ν der betreffenden Strahlungsart, multipliziert mit dem Planckschen Wirkungsquantum h , einer Konstanten vom Wert $6,624 \cdot 10^{-27}$ Ergsekunden ($E = h \cdot \nu$). Auf dieser Grundlage gelang es N. BOHR, eine Theorie des Spektrums des Wasserstoff-Atoms zu begründen, die die Gesetzmäßigkeit im Wasserstoff-Spektrum deutete und rasche Fortschritte in der Deutung der übrigen Atomspektren ermöglichte. Aus der Q. der Atomspektren heraus ergab sich schließlich um 1925, vorbereitet durch das BOHRsche → Korrespondenzprinzip, die → Quantenmechanik als eine mathematisch exakte Theorie, die die Lücken der behelfsmäßigen älteren Theorie zu schließen und ihre inneren Widersprüche zu beseitigen vermochte. Gleichzeitig gelang der Fortschritt von DE BROGLIES Hypothese der Materiewellen zur → Wellenmechanik, die auf ganz anderem Wege das Problem einer exakten Fassung der quantenphysikalischen Dynamik der Atom-Elektronen löste. Schließlich haben sich Quantenmechanik und Wellenmechanik als mathematisch äquivalent erwiesen und wurden in der statistischen Transformations-theorie (DIRAC, JORDAN) in einer höheren Einheit zusammengeschlossen.

Die Q. gibt grundsätzlich Rechenschaft von allen die Elektronenhüllen der Atome betreffenden Vor-

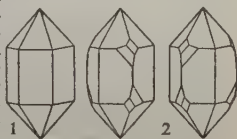
gängen und Zustandsmöglichkeiten, einschließlich der Moleküle, der chemischen Valenzkräfte, der Physik der Festkörper usw. Auch die Gesetze der Atomkerne konnten durch die Q. weitgehend aufgeklärt werden, doch verbleiben hier noch ungelöste Aufgaben, die auf eine tiefere Schicht des Naturgeschehens hinweisen; → Quantenfeldtheorie.

A. SOMMERFELD: Atombau und Spektrallinien, 2 Bde. (I: *1960, II: *1960); W. FINKELNBURG: Einführung in die Atomphysik (*1962).

Quantenzahlen bezeichnen die verschiedenen nach der Quantentheorie möglichen Bewegungszustände eines Teilchens im Atom- oder Molekülverband. Der Aufenthalt in verschiedenen Schalen der Elektronenhülle eines Atoms wird durch die Haupt-Q. $n = 1, 2, 3, \dots$, verschiedene Bahndrehimpulse in den Schalen durch die Azimutal-Q. $l = 0, 1, 2, \dots (l < n)$ unterschieden. Unterschiedl. Eigendrehimpulse (Spins) eines Teilchens werden durch die innere Q. j gekennzeichnet. Weitere innere Q. der → Elementarteilchen haben keine unmittelbar anschauliche Bedeutung (isobarer Spin, Fremdeitungs-Q. u. a.). Im Molekülverband sind insbes. die Rotations- und Schwingungs-Q. wichtig.

Quartär, → Erdgeschichte.

Quarz (TAFEL Mineralien und Gesteine), eines der verbreitetsten und häufigsten gesteinsbildenden Mineralien, reine Kieselsäure SiO_2 , trigonal, oberhalb 575°C hexagonal, Dichte 2,65, Härte 7. Die wasserklaren Bergkristalle, die rauchbraunen bis fast schwarzen Rauchquarze und die zu Schmucksteinen verwendeten violetten Amethyste und gelben Citrine bilden sich aus heißen wässrigen Lösungen und Dämpfen direkt als trigonaler α -Q. (BILD 2). Die Q. magmatischer Gesteine entstehen als hexagonale β -Q. (BILD 1), die sich beim Abkühlen meist unter Trübung in α -Q. umwandeln. Q. kommt in Gängen auch derb vor (z.B. der Pfahl im Bayrischen Wald), mitunter auch rosafarbig (Rosen-Q.). Andere Q. sind durch Mineralbeimengungen stark gefärbt: der braune Eisenkiesel durch Brauneisen, das gelbe Katzenauge und das blau und gelb schillernde Tigerauge durch Asbestarten usw. Ein feinfaserig-dichter Q. ist der Chalcedon. Q. ist piezoelektrisch; er wird zur Steuerung von Funksendern und Q.-Uhren und zur Erregung von Ultraschall verwendet. Geschmolzener Q. → Quarzglas.



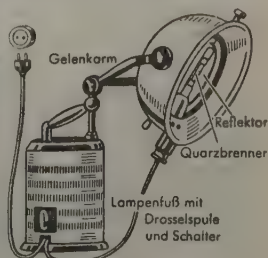
Quarz

Quarzfilter, Kristallfilter, elektr. → Filter, das wenigstens einen Quarzkristall als Schwingkristall enthält und wegen dessen geringer Dämpfung eine Dämpfungskurve mit steilen Flanken besitzt.

Quarzglas, hochwertiges, aus reinem Quarz in Form von gepulvertem Bergkristall erschmolzenes Sonderglas für hitzebeständige, korrosionsfeste, ultraviolettdurchlässige Geräte und opt. Gläser mit einem Ausdehnungskoeffizienten von $0,5 \cdot 10^{-6} \text{ Grad}^{-1}$.

Quarzit, metamorphe oder sedimentäre, meist dichte, helle Gesteine, die fast nur aus Quarz bestehen; Q.-Schiefer sind feinkörnig, geschiefert.

Quarzlampe, eine 1906 von KÜCH erfundene Quecksilberdampf-lampe (→ Metaldampf-lampe) zur Erzeugung ultravioletter Strahlen. In ein zum Teil mit Quecksilber ge-



Bestrahlungs-Quarzlampe

Quarzsteuerung – Querdehnung

gefülltes Quarzrohr sind an beiden Enden Elektroden eingeschmolzen. Beim Einschalten des elektr. Stroms bildet sich zunächst ein Lichtbogen; das Quecksilber verdampft, die Quecksilberatome werden zum Leuchten angeregt und strahlen vorwiegend ultraviolettes Licht aus, das von den Quarzwänden des Rohres durchgelassen wird. Man unterscheidet Bestrahlungs-Q. zur Heilbehandlung und Analysen-Q. für Forschungszwecke und gerichtliche Untersuchungen (→ Fluoreszenz).

Quarzsteuerung, Steuerung hochfrequenter Schwingungen mit einem → Schwingquarz.

Quarzuhr, ein Gerät, in dem die Schwingungsdauer eines piezoelektr. Schwingquarzes zur Zeitmessung ausgenutzt wird. Ein → Schwingquarz wird elektr. erregt und schwingt bei gleichbleibender Temperatur mit sehr konstanter Frequenz, z. B. 60 kHz. Die am Kristall abnehmbare Wechselspannung dieser Frequenz wird nach Verstärkung und Frequenzteilung zum Antrieb einer Synchronuhr benutzt.

quasikristallin, nahezu kristallin, heißen Substanzen, die nur in kleinen Bereichen noch kristallographisch geordnet, in größeren Dimensionen aber völlig ungeordnet erscheinen, z. B. alle Flüssigkeiten und manche Kunststoffe.

quasioptisch heißen die → Ultrakurzwellen, weil sie der Erdkrümmung nicht folgen und sich praktisch geradlinig ausbreiten und ähnlich wie das Licht an relativ kleinen Gegenständen reflektiert und gebrochen werden.

Quaternionen, einfachste hyperkomplexe Zahlen, → hyperkomplexes System.

Quecksilber, Hg, chem. Element, Metall; Ordnungszahl 80, Massenzahlen 202, 200, 199, 198, 201, 204, 196, Atomgewicht 200,59; Schmelzpunkt $-38,87^{\circ}\text{C}$, Siedepunkt 357°C , Dichte bei 20°C $13,546\text{ g/cm}^3$. Q. kommt in der Natur hauptsächlich in Form von Q.-Sulfid, HgS, vor, das als Zinnober vorwiegend bei Almadén (Spanien), Idria (Jugoslawien) und in der Toskana (Italien) gefunden wird. Weitere Erze sind das Q.-Fahlerz (Ungarn) und das Q.-Homnerz (Texas). Spuren von Q. finden sich fast überall in der Natur. Zur Darstellung des Q. aus zinnoberhaltigen Erzen werden diese geröstet, wobei sich Schwefeldioxid und dampfförmiges Q. bildet, das in Kühlkammern kondensiert wird. Zur Reinigung wird das Q. filtriert, destilliert oder auch mit verdünnter Salpetersäure behandelt. Elementares Q. zeigt hellen Silberglanz; es ist (als einziges Metall) bei Zimmertemperatur flüssig. Die Oberflächenspannung ist dabei viel höher als bei nichtmetallischen Flüssigkeiten. Deshalb benetzen z. B. Q.-Tropfen ihre Unterlage nicht, sondern bilden abgeplattete Kugeln.

Q. gibt bereits bei Zimmertemperatur in merkl. Ausmaß Q.-Dampf ab. Dieser sowie alle lösl. Verbindungen sind sehr giftig. – Die Wärmeausdehnung des flüssigen Q. verläuft beinahe genau proportional der Temperatur; Q. ist daher sehr gut als Thermometerflüssigkeit geeignet. Eine Q.-Säule bestimmter Gestalt ist als Grundnormal für das Ohm festgelegt. Ein elektr. Entladungsstrom durch Q.-Dampf regt die Q.-Atome zur Emission von

(vorwiegend ultraviolettem) Licht an (→ Quarzlampe). Entladungsröhren mit einer Füllung von Q.-Dampf verwendet man auch zur Steuerung und zur Gleichrichtung niederfrequenter Wechselströme (→ Thyatron, Q.-Dampf-Gleichrichter). Das Vermögen des Q., Gase sicher abzusperren, wird u. a. in Flüssigkeitsverschlüssen, in Pumpen, in denen das Q. als „Kolben“ dient, und in zahlreichen Gasdruckmessern (Q.-Barometer, Q.-Manometer auch für hohe Drücke; Q.-Vakuummeter für sehr geringe Drücke) und Diffusionspumpen ausgenutzt. In der Metallurgie wird Q. zur Extraktion von Gold und Silber aus Erzen und neuerdings zur Raffination von Aluminiumlegierungen verwendet.

Die LEGIERUNGEN des Q. heißen *Amalgame*. Sie haben z. T. sehr niedrige Schmelzpunkte (z. B. 91,5 % Q., 8,5 % Thallium: -59°C), lassen sich also leicht verarbeiten. Zinn-Amalgam diente früher zur Herstellung von Glasspiegeln. Natrium-Amalgam ist Reduktionsmittel. Silber-Zinn-Amalgam werden viel für Zahnfüllungen verwendet. Zur „Feuervergoldung“ oder „-versilberung“ benutzt man die entsprechenden Amalgame, aus denen das Q. später durch Erhitzen entfernt wird. Praktisch kein Amalgam bilden Wolfram, Antimon und Eisenmetalle; man bewahrt deshalb Q. in Eisengefäßen auf.

VERBINDUNGEN. Q., ein ziemlich edles Metall, bildet erst nach längerem Erhitzen das rote Q.-Oxid, HgO, das beim Glühen wieder zerfällt. Lebhafter reagiert das Q. mit den Halogenen. Q.-(I)-Chlorid, → Kalomel; Q.-(II)-Chlorid oder Sublimat, HgCl₂, ist ein starkes Gift und sehr wirksames Desinfektionsmittel. Q.-Jodid, HgJ₂, ist ein wichtiges Reagens für den Nachweis von Ammoniak. – Mit dem Zinnober werden zahlreiche (rote) Farben hergestellt, die schädliche Kleinorganismen abtöten. – Zahlreiche medizin. Salben (für Hautkrankheiten) und Arzneien enthalten ebenfalls Q.-Verbindungen oder verteiltes elementares Q. – Knall-Q. (Q.-Zyanat, Hg(CNO)₂) dient als schlagempfindlicher Initialzünder für Sprengstoffe.

Q. tritt mit der Wertigkeit 1 oder 2 auf. Die zugehörigen Verbindungen werden – nach der Alchemistenbezeichnung „mercurium“ für Q. – auch Merkuero- (Meruri-) Verbindungen genannt.

Quecksilberdampflampen dienen als → Metallampfen vorwiegend zur Beleuchtung bebauter Straßen und sind besonders auch für Scheinwerfer und Projektion geeignet, außerdem werden sie als → Quarzlampen verwendet.

Quecksilberhorizont, ASTRONOMIE: eine offene Schale mit Quecksilber, dessen Oberfläche sich horizontal einstellt und als Spiegel wirkt, in dem man das Sternbild in Reflexion beobachten kann.

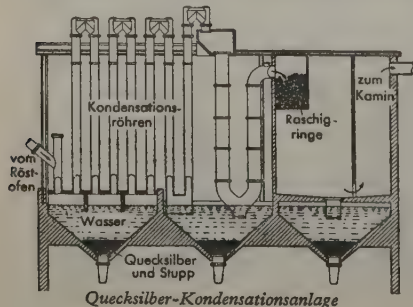
Quelle, (1) jedes natürl. Zutagetreten von Grundwasser, bedingt durch den Wechsel von besser und schlechter wasserwegsamem oder wasserleitenden und wasserstauenden Gesteinsmassen sowie durch die (tektonischen) Lagerungsverhältnisse. Typen: Schicht-Q., Spalten-Q., Kluft-Q., Stau-Q., Überlauf-Q. u. a. m. Q.-Austritte sind häufig an Q.-Mulden und trichter- oder schalenförmige Q.-Töpfe gebunden. Die Q.-Schüttung ist abhängig vom Einzugsgebiet und dem Verhältnis von Niederschlag und Verdunstung sowie demjenigen des Oberflächen- und Untergrundabflusses. Die Q.-Temperatur entspricht meist der örtl. mittl. Jahrestemperatur.

(2) PHYSIK: eine Stelle in einem → Feld, in der Feldlinien beginnen. Eine Stelle, in der Feldlinien enden, heißt Senke.

Quellfestausrüstung, TEXTILVEREDELUNG: ein Verfahren, um Gewebe aus regenerierten Zellulosefasern durch Quervernetzen des Fasergefüges mit Formaldehyd oder durch Einlagern von Kunstharzen naßfester, krumpfechter und waschbeständiger zu machen.

Quellung, Volumenvergrößerung durch Aufnahme von Flüssigkeit. Die Q. spielt im Wasserhaushalt der Lebewesen eine große Rolle, so bei der Samenkeimung und bei vielen Stoffwechselreaktionen des Protoplasmas.

Querdehnung, durch Verkürzung eines Bauteils



Quecksilber-Kondensationsanlage

hervorgerufene Dehnung seiner Querdimension. Gegensatz: → Querkontraktion.

Querkontraktion, Querkürzung, durch Längung eines Bauteils hervorgerufene Verkürzung seiner Querdimensionen, ein von den elast. Eigenschaften des Stoffes abhängiger Bruchteil der Längenänderung (→ Dehnung).

Querschnittsregel, ein Gesetz, das die Rumpfform von Überschallflugzeugen bestimmt; die Summe der Querschnitte von Rumpf und Flügel zusammen muß von vorne nach hinten stetig zu- und dann wieder abnehmen.

Quersumme, Summe der Ziffern einer natürlichen Zahl. Von 342 z. B. ist die Q. $3 + 4 + 2 = 9$.

Querverband, 1) Bauglied einer Stahlbrücke. 2) FLUGZEUGBAU: Queraussteifung zur Formhaltung und Krafteinleitung in Rumpf- und Flügelschalen.

Ausbildung als Fachwerk, Rahmen oder Scheibe (Vollwand).

Querwindfahrwerk, ein Flugzeugfahrwerk sehr großer Flugzeuge, gleicht bei Landungen mit starkem Seitenwind durch Schrägstellen der Räder zur Landerichtung die seitliche Windversetzung beim Rollen auf der Landebahn aus.

Quetscheffekt, der → Pinch-Effekt.

Quetschgrenze, die Grenzbelastung, bei der ein durch Druck beanspruchter Werkstoff zu → fließen beginnt.

Quetschhahn, Metallklemme, die den Durchgang durch Schläuche absperrt oder reguliert.

Quotient, → Grundrechnungsarten.



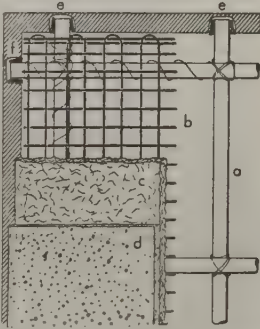
Quetschhahn

R

R, in der MATHEMATIK: rechter Winkel; bei TEMPERATURANGABEN: Réaumur; auf UHREN: (frz. retarder) verlangsamen; vor CHEM. NAMEN: Raze-mat; r in der PHYSIK: → Röntgen.

Ra, chem. Zeichen für → Radium.

Rabitzwand, Drahtputzwand, leichte Trennwand von 3–4 cm Dicke. Auf einer in den Anschlußwänden, dem Fußboden und der Decke verankerten Unterkonstruktion aus Rundstahl von 5 mm ϕ wird das Rabitzgewebe aus verzinktem Draht (0,6–1,1 mm ϕ) aufgezogen und das Ganze mit Gipsmörtel oder Gips-Kalkmörtel, dem Kälberhaare zugesetzt sind, beiderseitig verputzt. R. sind freitragend und raumparend; sie leiten Wärme und Schall schlecht und bilden einen guten Schutz gegen Feuer. Ähnlich ist die Ra-



Rabitzwand: a Unterkonstruktion aus Rundstahl, Maschengröße etwa 50 mal 50 cm (Knotenpunkte mit Bindedraht); b Rabitzgewebe; c Haargipsmörtel; d Wandputz; e, f mit Holz verkeilte Decken- und Wandbefestigungen.

Rad, 1) ein Rollkörper, dessen äußerer Kranz (Radkranz, Felge) durch Speichen oder eine Scheibe mit der Nabe verbunden ist; durch diese ist das R. fest oder drehbar an der Achse befestigt. Wagen-R. aus Holz (z. B. für Fuhrwerke) sind meist mit einem eisernen Reifen umgeben. Kraftwagen-R. sind Scheiben-R. (mit einer stählernen Scheibe zwischen Nabe und Felge), Drahtspeichen-R. (mit vielen dünnen Speichen aus Stahldraht) und Stahlblechspeichen-R. Eisenbahn-R. tragen am Umfang des Radkörpers einen stählernen → Spurrads. Ferner → Zahnrad, → Reibräder.

2) **R.**, rad, Einheit der absorbierten Strahlendosis (radiation absorbed dose), d. h. des Verhältnisses der Energie, die einer Raumeinheit Materie durch ionisierende Teilchen übertragen wird, zur Masse dieser Raumeinheit. Es ist 1 rad = 100 erg/g.

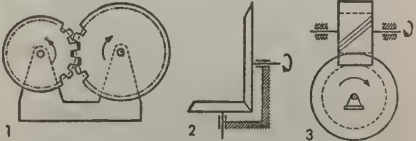
3) Abk. für → Radiant.

Radar, → Funkmeßtechnik.

Radarbug, Flugzeugrumpfbug aus nichtmetall. Stoff (meist Kunststoff), der für elektromagnet. Strahlung durchlässig ist, enthält die Parabolantenne

eines Funkmeßgerätes für die Feststellung von Hindernissen und Schlechtwettergebieten vor dem Flugzeug.

Rädergetriebe, in der Grundform zwei Räder, die in einem dritten Glied, dem meist feststehenden Steg oder Gestell in Gelenken drehbar geführt werden und miteinander kraft- (Reibrädergetriebe) oder formschlüssig (Zahnradgetriebe) in Berührung stehen,



Rädergetriebe: 1 Zahnrad-Stirngetriebe, 2 Kegel-Reibrädergetriebe, 3 Schraubenrädergetriebe.

meist verwendet zur zwangsläufigen Änderung der Drehzahl. Das Übersetzungsverhältnis zwischen An- und Abtrieb ist meist gleichförmig, nur bei un-runden, z. B. ellipt. Rädern periodisch wechselnd. **Stirn-R.** haben parallele, **Kegel-R.** sich schneidende, **Schrauben-R.** sich kreuzende Drehachsen, **Umlauf-R.** umlaufenden Steg; bei rückkehrenden R. liegen Antriebs- und Abtriebsachse in einer Flucht.

Radialgeschwindigkeit, die mit Hilfe des → Doppler-Effektes spektrographisch gemessene Geschwindigkeit der Sterne in Richtung der Verbindungslinie Erde-Stern, wird in km/s angegeben. Die R. steht also senkrecht auf der → Eigenbewegung.

Radialturbine, eine Turbine, bei der das Arbeitsmittel radial von außen oder innen durch die Laufräder strömt. Bei einer Radialpumpe strömt das Mittel stets von innen nach außen.

Radiant, 1) abgek. **Rad**, die Einheit des Winkels im Bogenmaß, gehört zu dem Bogen der Länge 1 im Einheitskreis (Kreis mit dem Radius der Länge 1); im Gradmaß gemessen $57^{\circ}17'45''$.

2) der Punkt am Himmelsgewölbe, von dem die einzelnen Sternschnuppen eines geschlossenen Schwarmes auszustrahlen scheinen.

Radierung, Verfahren der Kupferstechkunst. Auf eine polierte Kupferplatte mit einem Deckgrund von hohem Wachsgehalt wird die aufgepaute Zeichnung mit der Radiernadel geritzt und durch Ätzen mit Eisenchlorid vertieft. Sonderarten der R. sind Aquatinta, Kaltnadelverfahren u. a.

Radikal, 1) MATHEMATIK: ein Ausdruck, der sich durch rationale Rechenoperationen und Wurzelziehungen aus einer oder mehreren Zahlen oder Unbestimmten bilden läßt.

2) CHEMIE: Atomgruppen, die nicht selbständige Moleküle sind, aber bei vielen chem. Umsetzungen unverändert bleiben und stets bestrebt sind, sich zu

beständigen Molekülen zu ergänzen. Zu den chemischen R. gehören die zusammengesetzten Ionen wie SO_4^{2-} , NO_3^- , sowie NH_4^+ und dessen organ. Derivate, z. B. $[N(CH_3)_3]^+$, ferner viele Reste, die aus den Molekülen organ. Verbindungen nach Wegnahme eines H-Atoms, oder einer OH-Gruppe aus einem Säuremolekül zurückbleiben.

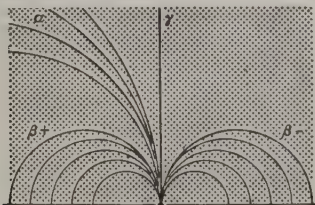
Radikand, Zahl, aus der eine Wurzel gezogen werden soll.

radioaktive Abfälle. Die in kerntechn. Anlagen anfallenden r. A. kommen in flüssiger oder in fester Form vor. *Gasförm. Abfälle* sind im allgemeinen gefahrlos, sofern eine genügende Verdünnung der in die Atmosphäre geleiteten, übrigen meist kurzlebigen Radioisotope aufrechterhalten bleibt.

Flüssige r. A. niedriger Aktivität werden häufig eine Zeitlang aufbewahrt, damit die kurzlebigen Radioisotope abklingen können, und dann, stark verdünnt, in den Vorflut erlassen. Höhere Aktivitäten werden nach Möglichkeit verdichtet und verfestigt.

Die *festen r. A.* können, meist in Stahlbehälter eingeschlossen und durch Beton abgeschirmt, entweder vergraben oder im Meer versenkt werden. Auch die biologische Aufbereitung wird empfohlen und angewandt. Bestimmte Isotope versucht man abzutrennen und wirtschaftlich zu nutzen.

Radioaktivität, die Eigenschaft bestimmter chem. Elemente oder Isotope, ohne äußere Beeinflussung dauernd Energie in Form von Strahlung



Radioaktivität: Ablenkung der radioaktiven Strahlen im Magnetfeld. Das Magnetfeld ist senkrecht zur Papierebene gerichtet. α = Alphastrahlen, β^- = Betastrahlen (Elektronenstrahlen), β^+ = Positronenstrahlen, γ = Gammastrahlen.

auszusenden. Die Atomkerne der *radioaktiven Elemente* sind instabil: sie wandeln sich durch Ausschleudern eines Teils ihrer Masse und Energie in stabile Kerne um (*radioaktiver Zerfall, Atomzerfall*). Von den auf der Erde vorkommenden Elementen sind alle mit Ordnungszahlen über 80 sowie je ein Kalium-, Rubidium-, Samarium-, Lutetium- und Rheniumisotop (^{40}K , ^{87}Rb , ^{148}Sm , ^{176}Lu , ^{187}Re) *natürlich radioaktiv*. Daneben sind alle aus stabilen Isotopen durch Kernreaktionen neu entstehenden Isotope *radioaktiv (künstliche R.)*.

Die *Zerfallszeit* eines radioaktiven Isotops genügt einem exponentiellen Gesetz; d. h. von N_0 Atomen zur Zeit $t = 0$ sind zur Zeit t nur noch

$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ vorhanden (λ = *Zerfallskonstante*). Anschaulich ist es die Zeit, in der eine einmal vorhandene Menge eines radioaktiven Stoffes auf die Hälfte abgelenkt ist ($\rightarrow$ Halbwertszeit).

NATÜRLICHE R. Die von natürl. Strahlern ausgesandte Strahlung besteht aus Heliumkernen ($\rightarrow$ Alphastrahlen), Elektronen ($\rightarrow$ Betastrahlen) und Gammaquanten (energiereichen Lichtquanten, $\rightarrow$ Gammastrahlen). Da die Heliumkerne die Masse 4 und die positive Ladung 2 haben, verwandelt sich ein *Alphastrahler* bei seinem radioaktiven Zerfall in ein neues Element, dessen Ordnungszahl um 2 und dessen Massenzahl um 4 Einheiten geringer sind als die des Ursprungselements. Die Alphastrahlen werden in Materie stark abgebremst und haben daher eine kurze Reichweite (etwa 0,1 mm in Aluminium, einige cm in Luft). Ihre Energie ist für jeden Alphastrahler eine ganz bestimmte und liegt bei einigen MeV. – Die von den *Betastrahlern* ausgesandten

Elektronen haben keine einheitliche Energie, $\rightarrow$ Betastrahlen. Die Reichweite der Betastrahlen ist größer als die der Alphastrahlen. – *Gammastrahlen* werden von radioaktiven Kernen nur anlässlich der Aussendung eines Alpha- oder Beta-Teilchens emittiert und in Materie entsprechend einem exponentiellen Abfallsgesetz absorbiert. Die Materiedicke, in der die Gammastrahlung auf die Hälfte abgelenkt ist, heißt *Halbwertschicht*. Sie beträgt z. B. für RaC ($= ^{214}Bi$) in Luft 150 m, in Blei 1,3 cm.

Beim Zerfall eines natürl. radioaktiven Atomkerns entsteht im allgemeinen ein Kern, der wieder radioaktiv ist und weiter zerfällt. Daher kann man *Zerfallsreihen* aufstellen, in denen die durch radioaktiven Zerfall auseinander entstehenden Atomarten nacheinander angeordnet sind. Es gibt vier verschiedene Zerfallsreihen, in denen alle natürl. radioaktiven Elemente vorkommen: die Uran-Radium-Reihe, die Thoriumreihe, die Uran-Aktinium-Reihe und die Neptuniumreihe. Die Glieder der letzteren kommen jedoch auf der Erde nicht vor, da ihr längstlebiges Glied, das Neptunium 237, nur eine Halbwertszeit von 2,2 Mio Jahren hat und daher seit der Entstehung des Sonnensystems (vor einigen 10^9 Jahren) praktisch vollständig zerfallen ist. In Uranerzen, die seit ihrer Entstehung keinen chem. Prozessen unterworfen wurden, stehen sämtliche Folgeprodukte des Urans mit diesem und untereinander in radioaktivem $\rightarrow$ Gleichgewicht. Die drei in der Natur vorkommenden Zerfallsreihen enden alle bei Isotopen des Bleis. Das Blei ist das letzte stabile Element im Periodischen System. Aus der Menge des Bleis in Uranerzen kann man auf die Menge des zerfallenen Urans und damit auf das Alter des betreffenden Erzes schließen. Dies erlaubt Rückschlüsse auf das Alter der Erde überhaupt. Geol. Bedeutung hat auch die R. des Kaliumisotops ^{40}K . Wegen seiner großen Häufigkeit in Gesteinen ist die bei seinem Zerfall entstehende Wärme eine Hauptquelle der Erdwärme.

KÜNSTLICHE R. Die künstlich entstandenen $\rightarrow$ Isotope sind fast durchweg Beta- und Gammastrahler; zusätzlich emittieren jedoch viele solcher Kerne Positronen (*Positronenstrahler*), wodurch sich ihre Ordnungszahl um eine Einheit vermindert und das Element im Periodischen System um eine Stelle nach links rückt. Daneben gibt es den *K-Einfang* (*K-Strahlung, inverse Betastrahlung*, $\rightarrow$ Einfangprozesse). Man kennt heute viele Hunderte durch Kernreaktionen herstellbare radioaktive Isotope, die sich durch β^- -Zerfälle oder durch K-Einfänge weiter umwandeln. ($\rightarrow$ Isotopenindikatoren).

MESSUNG DER R. Die Einheit der Strahlungsstärke eines radioaktiven Stoffes ist das $\rightarrow$ Curie. Die *physikalische* und in gewissen Grenzen auch die *biol.* Wirkung der R. kennzeichnet die Maßeinheit $\rightarrow$ Röntgen. Zur Messung der R. ermittelt man entweder mit Elektrometern, die mit einem Präparat bekannter Stärke geeicht sind, die Ionisation einer Luftmenge, oder man zählt die Teilchen im Zählrohr oder macht ihre Bahnen in der Nebelkammer sichtbar. Auch die Schwärzung von Photoplaten und die Dichte und Zahl der Szintillationen auf fluoreszierenden Oberflächen sind ein Maß für die R.

BIOLOG. WIRKUNG. Alphastrahlen sind wegen ihrer kurzen Reichweite nur schädlich, wenn α -aktive Stoffe in den tier. oder menschl. Körper hineingelangt sind. Gammastrahlung hat bei stärkerer Dosierung beträchtl. zerstörende Wirkung auf die Zellen von Pflanzen und Tieren. Vor allem werden die Keimdrüsen geschädigt, die blutbildenden Organe und die schnellwachsenden Geschwulstbildungen. Hierauf beruht die Krebsbehandlung mit radioaktiver Strahlung. Durch Zufallstreffer können sich auch Mutationen ergeben. $\rightarrow$ Strahlenschutz.

Natürl. R. wurde 1896 von H. BECQUEREL am Uran nachgewiesen (*Becquerelstrahlen*). 1898 fand das Ehepaar CURIE in der Pechblende Polonium und Radium. Die künstl. R. wurde 1934 von dem Ehepaar JOLIOU entdeckt.

W. RIEZLER: Einf. in die Kernphysik (1959); W. FINKELNBURG: Einf. in die Atomphysik (1962).

Radioastronomie, die Beobachtung der von Himmelskörpern ausgesandten elektromagnet. Wellen, hauptsächlich von der Sonne, der Milchstraße, insbes. ihrem Kerngebiet im Sagittarius, von anderen Sternsystemen, dem interstellaren Wasserstoff-

einem festen parabolischen Zylinder und einer zylindrischen Antenne, die in einiger Entfernung von der festen Antenne in senkrechter Richtung zu deren Achse beweglich ist. Durch Interferenzerscheinungen in bestimmten Stellungen der beweglichen Antenne läßt sich die Richtung der Strahlungsquelle bis auf wenige Winkelsekunden bestimmen. – Durch systemat. Auswertung der Radiostahlung unseres Milchstraßensystems haben sich bereits wichtige Schlüsse über dessen Aufbau ziehen lassen.

F. G. SMITH: Radio Astronomy (Baltimore 1960).

Radiochemie, *Strahlungchemie*, die Chemie der radioaktiven Stoffe, beschäftigt sich mit der Bestimmung unwägbare kleiner Stoffmengen. Dazu dienen im wesentl. zwei Verfahren (*radiochem. Analysen*). Bei der *Hevesy-Paneth-Analyse* wird die Menge eines radioaktiven Stoffes durch die Messung seiner Radioaktivität bestimmt. Damit können auch gravimetrisch nicht mehr bestimmbare Atomengen festgestellt werden. Die *Aktivierungsanalyse* wird angewandt, um winzige Mengen nichtradioaktiver Stoffe zu bestimmen: Man setzt die Stoffe einer Bestrahlung im Kernreaktor aus, mißt die entstandene Aktivität und berechnet aus ihr mit Hilfe des bekannten Wirkungsquerschnitts der bestrahlten Atome die Stoffmenge.

Um mit unwägbaren Stoffmengen handlich umgehen zu können, setzt man eine bekannte Menge eines Trägers hinzu, der chemisch gleich oder zumindest verwandt, aber nicht radioaktiv ist. Viel angewandte Verfahren der R. sind Ionenaustausch, Chromatographie an Ionenaustauschersäulen, Papierchromatographie, Elektrolyse u. a.

Radioelemente, radioaktive Elemente. Natürl. R. tragen besondere Namen (Uran, Thorium usw.) oder solche, die auf ihre → Radioaktivität hinweisen (*Radiumblei, Radiothorium* u. a.). Künstl. R. werden oft durch den Vorsch. Radio- vor den Elementnamen gekennzeichnet (z. B. *Radiokobalt*).

Radioindikatoren, → Isotopenindikatoren.

Radiokarbonmethode, Verfahren der Altersbestimmung geolog. und histor. Gegenstände, die nicht wesentlich älter als etwa 6000 Jahre (in günstigsten Fällen 60000 Jahre) sind. Sie beruht darauf, daß durch den Einfluß der kosm. Ultrastrahlung aus dem Stickstoff der Atmosphäre ständig in sehr kleinen, gleichbleibenden Mengen das radioaktive Kohlenstoffisotop ^{14}C (Halbwertszeit 5568 Jahre) erzeugt wird. Aus dem heute noch vorhandenen Anteil an ^{14}C in kohlenstoffhaltigen Objekten, z. B. Holz und anderen organ. Stoffen, kann man auf deren Alter schließen (LIBBY, Nobelpreis 1960).

Radiolyse, Zersetzung des Wassers durch radioaktive Strahlung; dabei wird Wasser (H_2O) in die Radikale H , OH , H_2 , OH zerlegt, das Wassermolekül wird ionisiert. Bei wassermoderierten Reaktoren werden *Rekombinationsanordnungen* vorgesehen, mit denen entweder durch Verbrennung oder durch Kontaktanalyse die entstandenen Radikale wieder in neutrale Wassermoleküle zurückgeführt werden.

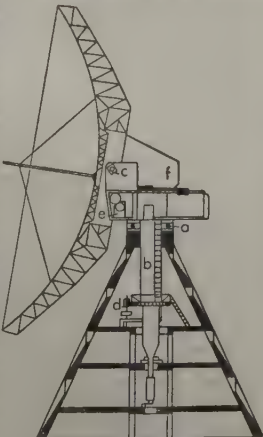
Radiometeorologie, Untersuchung der meteorolog. Einflüsse auf die Ausbreitung elektr. Wellen.

Radiometer, Gerät aus zwei auf einer Seite geschwärzten, an einem Torsionsfaden drehbar aufgehängten Flügeln zum Messen optischer Strahlung, bes. im Ultrarot. Fällt auf einen Flügel Strahlung, so erwärmt sich die geschwärzte Seite stärker als die nicht geschwärzte und stößt die Gasmoleküle mit größerer Geschwindigkeit zurück; das Flügelrad beginnt sich zu drehen (*R.-Effekt*). Die CROOKESsche *Lichtmühle* ist ein physikal. Spielzeug auf der Grundlage des R.-Effektes, das *Mikro-R.* vereinigt Galvanometer und Thermoelement für Strahlungsmessung.

Uran-Radium-Reihe	Thorium-Reihe	Uran-Aktinium-Reihe	Neptunium-Reihe
^{238}U (UI)	^{232}Th (Th)	^{235}U	^{241}Pu
α ↓	α ↓	α ↓	β ↓
^{234}Th (UX ₁)	^{228}Ra (MsThI)	^{231}Th (UY)	^{241}Am
β ↓	β ↓	β ↓	α ↓
^{234}Pa (UY ₂)	^{228}Ac (MsThII)	^{231}Pa (Pa)	^{237}Np
β ↓	β ↓	α ↓	α ↓
^{234}U (UII)	^{228}Th (RaTh)	^{227}Ac (Ac)	^{233}Pa
α ↓	α ↓	β ↓	β ↓
^{230}Th (Jo)	^{226}Ra (ThX)	^{227}Th $\rightarrow$ ^{223}Fr	^{233}U
α ↓	^{222}Rn (Tn)	(RdAc) (AcK)	α ↓
^{226}Ra (Ra)	^{218}Po (ThA)	^{223}Ra (AcX)	^{229}Th
α ↓	β ↓	α ↓	α ↓
^{222}Rn (Rn)	^{218}Pb (ThB)	^{219}Rn (An)	^{225}Ra
α ↓	α ↓	α ↓	β ↓
^{218}Po (RaA)	^{214}Bi (ThC)	^{215}Po (AcA)	^{225}Ac
β ↓	α ↓	α ↓	α ↓
^{214}Pb (RaB)	^{214}Pb (ThC)	^{211}Pb (AcB)	^{221}Fr
α ↓	β ↓	β ↓	α ↓
^{214}Bi (RaC)	^{210}Po (ThC')	^{211}Bi (AcC)	^{217}At
β ↓	α ↓	α ↓	α ↓
^{214}Po (RaC')	^{210}Pb (ThD)	^{211}Po (AcC')	^{213}Bi
α ↓	β ↓	β ↓	β ↓
^{210}Pb (RaD)		^{207}Pb (AcD)	^{213}Po $\rightarrow$ ^{209}Pb
β ↓			α ↓
^{210}Bi (RaE)			^{209}Bi
α ↓			
^{210}Po (RaF)			
β ↓			
^{206}Pb (RaG)			

Gewöhnl. Schrift: chem. Zeichen der radioaktiven Isotope; *kursive Schrift*: zugehörige historische Namen.

gas, von Emissionsnebeln, Überresten von Supernovae und von Objekten, von denen nur einige auch im Licht der opt. Wellenlängen sichtbar sind. Die Strahlung wird von der Erdatmosphäre im Wellenbereich zwischen 0,6 cm und etwa 30 m durchge-

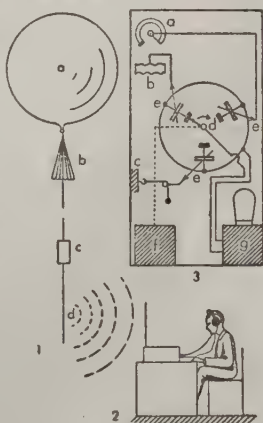


Radioastronomie: Schematisierung des Radioteleskops auf dem Stockert (Eifel): a Kugellager, b Drehachse, c Kippachse, d Getriebe für Drehung, e Getriebe zur Kippung für den 25-m-Spiegel, f Ausgleichsgewichte. (Nach „Umschau“, Jahrg. 56)

lassen; sie wird mit Antennen besonderer Form, den *Radioteleskopen*, aufgefangen, gebündelt und von einem Anzeigegerät in Kurven registriert. Die als bewegliche Paraboloid-Antennen gebauten Radioteleskope haben bis etwa 100 m Ø. Zunehmende Bedeutung gewinnen feste Anordnungen und Kombinationen aus festen und beweglichen Antennen. Feste Radioteleskope werden als große Paraboloid- u. z. B. unter Ausnutzung von Talkesseln, oder parabolische Zylinder (bis 1 km lang) konstruiert. Bewegliche Anordnungen bestehen z. B. aus

Radionuklide, → Nuklid.

Radio-sonde, wichtigstes Beobachtungsgerät der Aerologie und der Flugmeteorologie, besteht aus den an einem → Pilotballon aufsteigenden Meßgeräten für Luftdruck, Temperatur und Feuchte und einem kleinen Kurzwellensender, der die Meßwerte an die Bodenstation übermittelt. Die Übermittlung



Radio-sonde: 1 Ansicht; a mit Wasserstoff gefüllter Gummiballon, b Fallschirm (geschlossen), c Radio-sonde (850 g schwer, $21 \times 10,5$ cm groß), d Antenne, 2 Empfänger. 3 Schemat. Darstellung von 1c; a Bimetall-Thermometer, b Anemometer-Barometer, c Haarhygrometer, d Kontaktwaage, e Motor, f Batterie (4 V), g Sender (3-m-Band, etwa 50 mW).

beruht teils auf einer Änderung der Wellenlänge des Senders, z.B. mit der Temperatur, teils auf einer Umformung der Meßwerte in Zeitabstände mit Hilfe eines umlaufenden Kontakthebels oder auf der Abgabe vorgeschriebener Signale (z.B. Morsezeichen) bei Erreichen eines bestimmten Meßwertes. Durch Anpeilung des Standortes der R. mit Funkmeßgeräten läßt sich auch – unabhängig von Bewölkung und Sicht – der Höhenwind sehr zuverlässig messen. Im Rahmen des Wetterdienstes werden auf der ganzen Erde von rd. 400 Stationen aus täglich zweimal (03 und 15 Uhr Weltzeit) Aufstiege mit R. durchgeführt. Nach Zerstörung des Ballons gleiten die Instrumente an einem Fallschirm zu Boden. Vgl. auch TAFEL Wetterkunde.

Radio-spektrograph, ein Radioteleskop (→ Radioastronomie) zur Erforschung der Sonnenstrahlung, dessen Empfänger nahezu gleichzeitig die elektromagnet. Wellen der Sonne zwischen etwa 1,25 und 7,5 m (240 bis 40 MHz) aufnimmt.

Radio-sterne, meist optisch nicht nachweisbare Sterne, die Kurzwellenstrahlung aussenden (→ Radioastronomie).

Radio-technik, → Rundfunktechnik.

Radio-teleskop, → Radioastronomie.

Radium, Ra, natürlich radioaktives chem. Element aus der Gruppe der Erdalkalimetalle; Ordnungszahl 88, Atomgewicht 226,05, Massenzahl 226; Isotope des R. sind Aktinium X, Massenzahl 223, und Thorium X, Massenzahl 224. Sämtliche Isotope sind radioaktiv und senden radioaktive Strahlen aus (→ Radioaktivität). R. kommt als Glied der Uran-R.-Reihe vorwiegend in Uranmineralien vor, z.B. in Pechblende und Carnotit, in ganz geringen Mengen aber auch in allen Gesteinen, die Spuren von Uran enthalten, in Meerwasser und gelegentlich in Quellwasser. R. wird durch chem. Aufschließen der Erze und lange Reihen von Fraktionierungen aus den entstehenden Salzgemischen gewonnen. Es ist ein weißglänzendes, sehr unedles, seltenes Metall, Schmelzpunkt etwa 700°C, Siedepunkt etwa 1140°C, Dichte etwa 6 g/cm³. Es wird durch Schmelzelektrolyse von Radiumchlorid dargestellt. Seine Verbindungen sind farblos und den entsprechenden Bariumverbindungen sehr ähnlich. Radiumbromid, $RaBr_2$, läßt sich durch Umkristallisieren reinigen und ist daher die gebräuchlichste R.-Verbindung.

Als Radiumpräparate dienen die verschiedensten R.-Verbindungen, häufig das Chlorid oder Bromid in Glasröhrchen eingeschmolzen. Bei der großen

Halbwertszeit des R. von 1580 Jahren verliert ein Präparat jährlich nur etwa 0,04% an Aktivität. Präparate aus R.-Verbindungen und anderen radioaktiven Stoffen dienen zur Behandlung von Krebs-, Haut- und Drüsenkrankungen, zur künstl. Auslösung von Mutationen, als Strahlenquelle in der Physik. → Strahlenschutz.

R. wurde 1898 durch das Ehepaar CURIE in der Pechblende entdeckt.

Radius, Halbmesser, der halbe Durchmesser eines Kreises oder einer Kugel. **R.-Vektor**, Fahrstrahl, Leitstrahl, der Vektor von einem festen Punkt zu einem bewegten (→ Koordinaten).

radizieren, die → Wurzel ziehen.

Radlenker, → Weiche.

Radome, Radar-Kuppel, ein Gehäuse für Radargeräte, bes. für deren Antenne, zum Schutz gegen Witterung, bei Bordradargeräten (bes. von Luftfahrzeugen) zusätzl. als aerodynam. Verkleidung. Material und Formgebung des R. sollen so sein, daß die elektromagnet. Wellen sowohl möglichst wenig gedämpft als auch möglichst wenig durch Reflexion oder Beugung abgelenkt werden. Wegen der oft einander widersprechenden Forderungen bezüglich mechanischer Festigkeit und elektr. Transparenz werden R. häufig in Mehrschichtbauweise (Sandwich-Typ) ausgeführt. Eisbildung am R. wird mechanisch, chemisch oder durch Beheizung verhindert.

Radon, → Emanation.

Radsatz, der aus der Achswelle und den beiden aufgestreuten Rädern bestehende Rollkörper der Schienenfahrzeuge. Die Räder bestehen aus Radscheibe (Radstern) und Radreifen (Lauffläche), der durch den eingewalzten Sprenging befestigt ist.

Radstand, beim Kraftfahrzeug der Abstand zwischen den Radmitten der Vorder- und Hinterräder, bei Schienenfahrzeugen der Achsstand.

Radsturz, bei Kraftfahrzeugen und Fuhrwerken die Schrägstellung der Vorderräder zur Fahrbahn, wobei der Abstand von Rad zu Rad unterhalb der Achse gemessen kleiner ist als oberhalb der Achse.

Raffination, das Reinigen und Veredeln techn. Produkte wie Fett, Zucker, Schmieröl.

Raffinose, Melitose, Melitriose, Pluszucker, ein Trisaccharid von der Zusammensetzung $C_{18}H_{34}O_{16} \cdot 5H_2O$, das in Manna, Melasse und im Baumwollsaamen vorkommt.

Rah, eine Querstange am Mast von Segelschiffen zum Anbringen des trapezförmigen Rahsegels, auf Kriegsschiffen für die Leinen zum Setzen der Flaggsignale.

Rähm, Teil des Pfettendachs, → Dach.

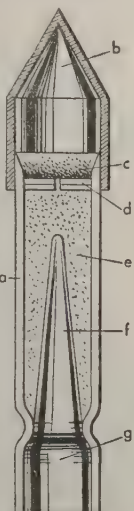
Rahmen, 1) Einfassung von Bildern, Spiegeln, Fenstern und Türen. 2) der Rähm (→ Dach). 3) ein Gestell, das die Triebwerksteile der Maschine trägt und die entwickelten Kräfte aufnimmt. Über R. von Fahrzeugen → Fahrrad, → Kraffrad, → Kraftwagen, → Lokomotive. 4) STATIK: steife Verbindung von mindestens zwei in einer Ebene liegenden Biegestäben, die einen geschlossenen Stabzug oder einen offenen mit festgehaltenen Enden bilden. 5) ein etwa 2–4 mm starker und 12–25 mm breiter Sohlleder- oder Kunstharzstreifen am Schuhrand, an dem Sohle und/oder Zwischensohle durch Annähen (Doppeln) oder Kleben (Kitten) befestigt werden.

Rahmentragwerke, Rohbausklette, bes. des Stahlbetonbaus, aus biegefest miteinander verbundenen waage- und senkrechten Stäben, angewendet als Einfach-, Mehrfach-, Stockwerkrahmen.

Rakel, 1) breites dünnes Stahlband, das beim → Tiefdruck die Druckfarbe vom Druckzylinder abstreift (abrakelt). 2) R., Ziehbrett, Streichmesser, ein Holz- oder Metallmesser, das zum Appretieren von Geweben feststeht, zum Abstreichen oder Durchpressen von Farbpasten im Textildruck hin- und herbewegt wird; auch mit Filz- oder Gummikante.

Rakete (TAFELN Raketen und Raumfahrt), ein geschößähnlicher, durch → Rückstoß angetriebener Flugkörper ohne Tragflügel, im einfachsten Falle ein vorn geschlossener, hinten offener länglicher Behälter, der neben dem Brennstoff auch den insgesamt

benötigten Sauerstoff mit sich führt und deshalb nicht, wie andere Strahltriebwerke, an die umgebende Lufthülle als Sauerstofflieferant gebunden ist. Die von den verbrennenden Treibstoffen entwickelten großen Gasmassen strömen durch die hintere Öffnung, die *Düse*, ins Freie und verlassen als gerichteter Gasstrahl mit großem Impuls die R.; diese erhält einen gleichgroßen, entgegengesetzt gerichteten Impuls (*Schub*), der sie vorwärts treibt. Der Kopf der R. enthält die Nutzlast (wissenschaftl. Geräte, Besatzung, Erdsatellit, Sprengladung). Die R.-Bahn umfaßt während der Wirkungszeit des Antriebs die Antriebsbahn und nach Beendigung der Wirkung des Treibstoffs (im Brennschlußpunkt) die Freiflugbahn.



Rakete 1: Schema einer Feuerwerksrakete; a Papphülle, b Hut, c Versatz, d Schlag-scheiben, e Zehring (Treibsatz), f Seele, g Anfeuerung.

Feststoff-R. erzeugen den Gasstrahl durch Abbrennen eines festen Treibsatzes. Dies ermöglicht den einfachsten Aufbau. Treibmittel sind chemisch gebundene Energieträger, gepreßt, lose oder gegossen. Sie werden in zwei Arten aufgeteilt. Gemische aus im wesentlichen Nitrozellulose und Nitroglycerin heißen *Doppelbasistreibstoffe*, Gemenge aus Ammoniumnitrat oder Ammoniumperchlorat mit organ. Polymeren wie Kunstkauschuk, Polyester, Plexiglas, Polyurethan u. ä. heißen *Composite-Treibstoffe*. Oft werden den Treibstoffen zur Energieanreicherung Aluminiumpulver, Leichtmetallperchlorate und Leichtmetallnitratre zugemischt. Den besseren spez. Verbrauch erreichen im allgemeinen die Composite-Treibstoffe, wobei die Austrittsgeschwindigkeit des Gasstrahls etwa 2500 m/s beträgt. Der Energieinhalt der Pulvertreibsätze wurde bis auf rd. 1100 kcal/kg gesteigert.

Die Brenndauer konnte für große Geräte bis auf mehrere Minuten gesteigert werden. Bei Innenbrennertreibsätzen ist keine Kühlung der Brennkammerwand erforderlich, da der Treibsatz sie schützt. Für die Abgasdüsen sind Mehrschichtenkonstruktionen entwickelt worden, die ungekühlt bei sehr leichter Bauweise Standzeiten bis zu mehreren Minuten erzielen lassen. Die Regelung der Größe und Richtung des Schubes erreicht man durch Einspritzung von gasförmigen oder flüssigen Sekundärmedien in die Düsenströmung. Die Entwicklung der Feststoff-Raketentechnik (Segmentbauweise der Treibsätze) ermöglicht es, Triebwerke in der Größenordnung von 500000 kp Schub zu bauen.

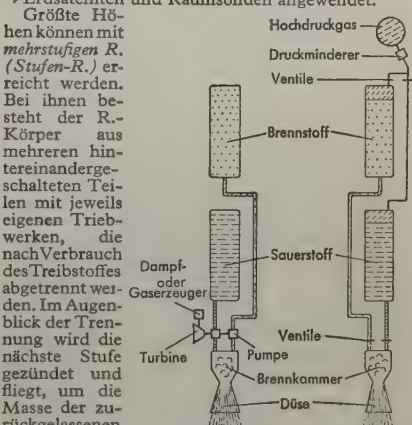
Feuerwerks-R. enthalten in einer zylindrischen Papp- oder Blechhülle den Pulvertreibsatz, in dem eine Bohrung (Seele) die sonst übliche Düse ersetzt. Vor dem Treibsatz befinden sich meist noch eine kleine Pulverladung, die im Gifelpunkt einen Knall erzeugt, oder Schwärmer, Leuchtkugeln oder Frösche, die im Gifelpunkt ausgeworfen werden. Steighöhen 120 bis 200 m. *Signal- und Leucht-R.* erzielen eine starke Leuchtwirkung durch Abbrennen eines Magnesiumsatzes, der u. U. von einem kleinen Fallschirm schwebend getragen wird.

Die **Flüssigkeits-R.** besteht aus dem R.-Kopf zur Aufnahme der Nutzlast, den Treibstofftanks, den Förder- und Regelgeräten und der Brennkammer mit Ausströmdüse.

Bei den Treibstoffen ist eine stete Entwicklung zu höherenergetischen Kombinationen festzustellen. Die Handhabung von flüssigem Wasserstoff wird heute beherrscht, so daß Antriebsaggregate mit Kombinationen von Flüssigwasserstoff-Flüssig-

sauerstoff und von Flüssigwasserstoff-Flüssigfluor in der Entwicklung sind. Dadurch lassen sich Gasstrahl-Austrittsgeschwindigkeiten bis zu 4600 m/s erzielen bei einem spez. Verbrauch von etwa 2,2 g/s und kp Schub. Die durch die höheren Verbrennungstemperaturen (bis zu 4000° C) auftretenden Kühlprobleme werden beherrscht. Im allgemeinen wird eine Kombination aus Zwangsumlaufkühlung und Schleierkühlung angewandt. Als Schubdüsen werden z. Z. ausschließlich unvollständig erweiterte Lavaldüsen verwendet, wobei für Raumfahrtaufgaben wegen des großen Erweiterungsverhältnisses des Überschallteiles der Düsen nur ein Teil davon flüssigkeitsgekühlt ist, während der übrige Teil aus hochwarmfesten Metalllegierungen hergestellt wird. Als Ersatz der Lavaldüse, die heute sowohl als Düse mit konischem als auch mit glockenförmigem Überschallteil verwendet wird, befinden sich Düsenformen in der Entwicklung, die für die Überschallströmung eine freie Strahloberfläche erhalten (*Plug-Nozzle*, *Expansion-Deflection-Nozzle* oder *ED-Nozzle*). Deren Vorteile sind eine kürzere und leichtere Bauweise sowie bessere Anpassung an veränderlichen Umgebungsdruck.

Flüssigkeits-R. werden für militär. Zwecke (→ Raketenwaffen) und, in der Regel kombiniert mit weiteren Flüssigkeits- oder Feststoff R., als Träger von → Erdsatelliten und Raumsonden angewendet.



Rakete 2: Treibstoff-Förderung zur Brenndüse

Ein **R.-Treibstoff (Propellant)** soll möglichst gute Lagerungsbeständigkeit, hohes spez. Gewicht, Kältebeständigkeit und Beschußsicherheit haben. Sind Brennstoff und Sauerstoffträger in einem Stoff vereinigt, so spricht man von *Monergol*; Beispiele sind flüssiger Sprengstoff (Nitroglycerin), Schwarzpulver. Flüssige Monergole bereiten wegen der hohen Detonationsgefahr erhebliche Schwierigkeiten. Monergole mit Zündung durch Katalysator heißen *Katergole*. *Lithergol* ist ein Treibstoff, bei dem eine Komponente in fester Form im Brennraum vorliegt, während die andere gasförmig oder flüssig zugeführt wird. Lithergole sind besser regelbar als Monergole. Bei *Hypergolen* werden beide Komponenten in flüssiger Form getrennt mitgeführt und reagieren beim Zusammentreffen spontan ohne Fremdzündung.

Neueste Bestrebungen zielen auf die *Atom-R.*, die die Atomenergie zum Vortrieb ausnutzen soll. Die unmittelbare Nutzung der Atomenergie dadurch, daß bei Kernreaktionen freierwerdenden Teilchen als gerichteter Strahl nach hinten ausgestoßen werden, liegt außerhalb der heutigen techn. Möglichkeiten. Die andere Möglichkeit

Raketenapparat – Raschel

besteht aus, einen Massenträger durch Atomenergie auf sehr hohe Temperaturen aufzuheizen und als Gasstrahl mit hoher Geschwindigkeit ausströmen zu lassen. Als Massenträger empfehlen sich Wasserstoff oder Wasserdampf. Ausströmgeschwindigkeiten bis gegen 20000 m/s scheinen erreichbar bei einem Treibstoffverbrauch bis 0,5 Gramm je Sekunde und kp Schub. → Ionenantrieb.

H. MIELKE: Raketechnik (¹1960).

Raketenapparat, → Rettungsgeräte.

Raketenschlitten, LUFTFAHRTFORSCHUNG: ein von Raketen angetriebener, auf Schienen mit hoher Geschwindigkeit gleitender Schlitten. Er dient für aerodynam. Messungen an Flugzeugbauteilen, für physiolog. Versuche an Menschen über die Auswirkung hoher Beschleunigungen und Verzögerungen sowie zur Erprobung von Schleudersitzen.

Raketenstartanlagen sind für kleine und mittlere militär. Raketen meist kurze, mobile Startgestelle, auch die Zusatzanlagen (Generatoren, Prüfgeräte, Zielverfolgungsradar, Lenkkommandosystem) sind auf Fahrzeugen installiert. Interkontinentale Raketen werden senkrecht stehend in Betonröhren für den Start vorbereitet und entweder aus den Silos direkt oder von Rampen an der Erdoberfläche gestartet. Die Zusatzanlagen sind unterirdisch angelegt. Für Forschungs- und Raumfahrt-raketen werden an der Erdoberfläche Starttrampen und fahrbare, bis 100 m hohe Montageturme sowie die Zusatzanlagen angelegt.

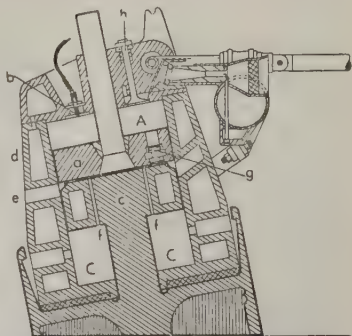
Raketenwaffen (TAFEL Rakete), Fernkampfwaffen mit Raketenantrieb. Es gibt ungesteuerte, durch Leitwerk, Drall oder Strahlruder (Ruder in Feuerstrahl) stabilisierte R., durch Funk oder Draht gelenkte und R. mit Programmsteuerung oder Zielsucheinrichtung.

Raman-Effekt, *Smekal-Raman-Effekt*, Erscheinung bei der Streuung von Licht einheitlicher Wellenlänge in einer festen, flüssigen oder gasförmigen chem. Verbindung. Das Spektrum des gestreuten Lichtes enthält außer der Linie des anregenden Lichtes (*Rayleigh-Streuung*) der Frequenz ν noch die schwachen *Raman-Linien* mit den Frequenzen $\nu \pm \epsilon$; dabei ist ϵ eine Schwingungs- oder Rotationsfrequenz des streuenden Moleküls. Der R.-Effekt ist ein wichtiges Hilfsmittel zur Untersuchung der Molekülspektren im Bereich der langen, spektrographisch nicht unmittelbar erreichbaren Wellen. Er wurde 1923 von SMEKAL theoretisch vorausgesagt, 1928 von RAMAN (* 1888, Nobelpreis 1930) entdeckt.

Ramie, *Chinagrass*, Bastfaser aus dem Stengel der weißen Nessel, die in China, Japan, Indochina, Indonesien und in USA angebaut wird. Die z. Z. der Ernte etwa 2 m langen Stengel werden 2–4mal im Jahr geschnitten. Der Bast wird vom Holzteil ohne Roste mechanisch abgelöst (*dekortiert*). Dann werden die Bündel chemisch aufgeschlössen (*degummiert*) und die schneeweißen, glänzenden Einzel-fasern von 60 bis 250 mm Länge nach dem Schappeverfahren versponnen. Verwendung: Gasglühstrümpfe, Drillichanzüge, Tischwische, Spitzen, Feuerwehrschräume, Ballonhüllen, Segel u. a.

Ramme, durch die Schwerkraft wirkende Vorrichtung zum Eindringen von Pflaster in das Sandbett, Eintreiben von Pfählen in Erde u. a. Die *Hand-R.*, einen eisernen Stempel, läßt man frei auffallen. Bei der *Explosions-R.* bildet sich in einer Kammer ein Benzin-Luft-Gemisch, das nach der Zündung einen Stempel nach unten und die R. nach oben treibt (BILD). *Kunst-R.*, große R. zum Eintreiben von Stahlträgern, stählernen und hölzernen Spundwänden oder hölzernen Pfählen in den Boden, bestehen aus einem hohen, senkr. Gerüst, in dessen Führung ein schweres eisernes Gewicht (*Rammbar*) auf und ab gleiten kann. Das Ganze ruht auf einem Schwellwerk. Bei der *Zug-R.* wird der Bär (300 bis 600 kg) durch ein Seil angehoben, bei der *Dampf-R.* für schwerste Arbeiten durch einen Dampfkolben; nach Abstellen der Dampfzufuhr und Öffnen des Auslasses durch die Steuerung fällt der Bär frei herunter; Bärgewicht bis 2500 kg. Bei der *Ultra-*

schall-R. werden durch einen Ultraschallgenerator im einzurammenden Pfahl stehende mechan. Wellen erzeugt, in deren Rhythmus sich der Quer-



Ramme: DELMAG-Frosch (Arbeitsstellung kurz vor der Zündung). Das im Raum A befindliche Benzin-Luftgemisch wird durch die Zündkerze b zur Explosion gebracht, wodurch der Zylinder d hochgehoben wird, bis er an den Kolben c stößt. Der Stoß pflanzt sich auf den leichteren Kolben a, der schneller fliegt, fort, während die Auspuffgase in A und die verdichtete Luft in C bei den verschiedenen Kolbenstellungen über e, f und g entweichen. Beim Niedergehen von a wird durch h erneut Benzin-Luftgemisch angesaugt, und ein neues Arbeitsspiel beginnt.

schnitt des Pfahls geringfügig periodisch ändert. Dadurch wird die Reibung im Erdreich verringert, so daß der Pfahl fast lautlos und bei nur geringer Bodenverdrängung schnell in den Boden getrieben wird.

Rampe, eine schiefe Ebene (besonders bei Verkehrswegen), die Höhenunterschiede so überbrückt, daß der Verkehr nicht behindert wird.

Lade-R. dienen zum Verladen von Fahrzeugen, schweren Gütern, Vieh u. a. auf Eisenbahnwagen (Stirn- oder Kopf-R., Seiten-R.). Höhe über Schienenoberkante 1,10 m, ausnahmsweise 1,20 m.

Ramsay, Sir William, engl. Chemiker, * 1853, † 1916, Prof. in Bristol und London, entdeckte 1895 mit LORD RAYLEIGH das Argon, später allein die übrigen Edelgase, und wies die Entstehung von Helium aus Radium nach. 1904 Nobelpreis.

rändeln, METALLBEARBEITUNG: das Einprägen von Rillen mit Stahlrädchen (*Rändel*) auf dem Umfang von Stellschrauben, Münzen u. ä. Das Einprägen gekreuzter Rillen heißt *Kordieren*.

Randomspeicher, → Rechenautomaten.

Randwertaufgaben, *Randwertprobleme*, Aufgaben, bei denen die Werte einer Funktion innerhalb eines ebenen oder räumlichen Gebiets bestimmt werden sollen, wenn die Funktionswerte am Rande gegeben sind und im Innern bestimmten Bedingungen genügen, die gewöhnlich durch eine Differentialgleichung vorgeschrieben werden.

Rankineskala, die absolute Temperaturskala, deren Nullpunkt (0° Rank, 0 Grad Rankine) mit dem absoluten Nullpunkt (-273,15° C) zusammenfällt, deren Einheit aber nicht der Celsiusgrad (→ Kelvin-skala), sondern der Fahrenheitgrad ist. Allgemein gilt $x^\circ \text{ Rank} = \frac{5}{9}(x - 491,67)^\circ \text{ C}$.

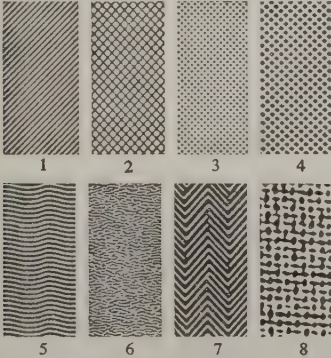
ranzig heißen Fette und Öle, wenn sie bei längerem Lagern durch Sauerstoff, Licht, Wasser (z. B. Butter) oder durch Bakterien und Schimmelpilze teilweise zersetzt worden sind. Dabei entstehen unangenehm riechende und schmeckende Verbindungen, z. B. Heptylaldehyd, freie Fettsäuren, Methylketone. Ranzigkeit läßt sich durch Raffination entfernen, doch verdirbt ein solches regeneriertes Fett sehr schnell wieder. Gewerbemäßige Wiederaufbereitung ranziger Butter ist verboten.

Raschel, Abart der Kettenwirkmaschine zur Erzeugung von Spitzenstoffen, Gardinen, gummielast. Artikeln, Maschenwaren für Oberbekleidung.

Raseneisenerz, → Brauneisenstein.

Raspel, Werkzeug aus gehärtetem Stahl zur Formgebung und Glättung von Holz, Kunststoffen, Leder u.ä.

Raster, 1) **DRUCKTECHNIK**: Hilfsmittel, das bei der Herstellung von Druckformen vor der photograph. Platte angebracht wird, um Flächen in einzelne Punkte aufzulösen. *Linienraster* haben feine, meist gekreuzte Linien (*Autotypie-R.*), durch deren Anzahl/cm nebst Blendenform und -größe die Größe der Rasterpunkte bedingt wird. Dadurch ist es in der → Autotypie möglich, trotz gleichmäßiger Einfärbung aller druckenden Elemente auch Halbtöne



Raster: 1 Strichraster, 2 gekreuzter Strichraster, 3 Autotypieraster, 4 Punktraster (eckige Punkte), 5 Wellenraster, 6 Kornraster, 7 Fischgrätraster, 8 Geweberaster.

(kleinere R.-Punkte) zu erzielen. *Kornraster* entstehen durch Ätzen oder Gravieren eines unregelmäßigen R. in eine der beiden Spiegelglasplatten, zwischen denen der R. liegt, durch die Ausbildung von Runzelkorn auf den photograph. Druckvorlagen oder durch Aufstäuben von Harzstaub od. dgl. auf die Druckplatte vor dem Ätzen. R. für Tiefdruck haben im Gegensatz zu den R. für Autotypie helle Linien auf dunklem Grund.

2) **FERNSEHEN**: der Anteil der Zeilen eines Bildes, der während einer Bewegung des Abtaststrahles von oben nach unten abgetastet wird. Die *R.-Frequenz*, auch *Teilbildfrequenz* oder *Vertikalfrequenz*, gibt die Anzahl der je Sekunde abgetasteten Teilbilder. Sie ist mit zwei Teilbildern je vollständigem Bild doppelt so groß wie die Bildfrequenz, und zwar entsprechend der Frequenz der Stromnetze in Europa 50 Hz, in den Verein. Staaten 60 Hz.

3) **BAUTECHNIK**: ein auf ein Grundmaß (z. B. 0,25 m) bezogenes Quadrat. Liniennetz, das in besonderen Fällen der Bauplanung in Grundriß, Aufriß und Schnitt zugrunde gelegt wird. Der R. findet Anwendung besonders bei Montage- und Halbmontagebauten, wobei die verwendeten Bauelemente nach dem Grundmaß (oder seiner Hälftelung, Verdoppelung usw.) bemessen werden.

Rastermikroskop, ein → Elektronenmikroskop, bei dem das Objekt zeilenweise mit einem sehr feinen Elektronenstrahl abgetastet und das vergrößerte Bild auf einem synchron laufenden Faksimile-Fernschreiber oder einer Fernschröhere erhalten wird. Das Auflösungsvermögen des R. ist 5- bis 10mal so groß wie das des Lichtmikroskops.

Ratemeter, Gerät zur Anzeige der mittleren Zählrate (Impulse/s) eines Zählrohrs oder anderen Strahlungsmessers. Das R. summiert automatisch mit Hilfe elektronischer Schaltungen die aus dem Zähler ankommenden elektr. Impulse über eine einstellbare Zeitspanne und zeigt den daraus sich ergebenden Mittelwert der Zählrate auf einer Skala an.

ratio-detector, → Diskriminator.

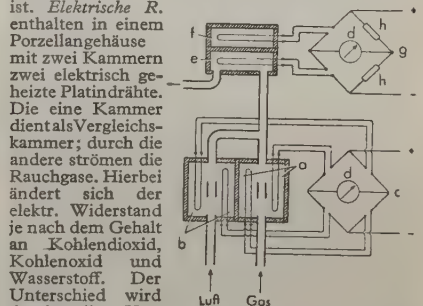
rationale Rechenoperationen, die vier → Grundrechnungsarten.

Ratsche, ein Zahnkranz mit ein- oder ausschaltbarer Sperrklinke zum Feststellen eines Getriebeteils, z. B. der Handbremse beim Kraftwagen.

Rauch, im weiteren Sinne der gasförmige Abgang bei Verbrennungsvorgängen mit den darin enthaltenen festen und flüssigen Teilchen, wie Ruß, Flugkoks, Flugasche, Teertröpfchen u.ä.; im engeren Sinne ein kolloides System, bei dem feste Teilchen in einem gasförmigen Mittel fein verteilt sind. Die Größe der Teilchen im Verbrennungs-R. schwankt zwischen 10⁻⁴ und 1 mm; sie sind an der Bildung von Nebel- und Wolkentröpfchen und (chemisch nachweisbar) an der des Niederschlags beteiligt.

Die bei der Kohleverbrennung entstehende schwefelige Säure verursacht die bedeutendsten *R.-Schäden*; sie greift Eisenteile (Brücken) stark an und kann im Boden für die Pflanzen sehr nachteilige Veränderungen hervorrufen.

Rauchgasprüfer ermöglichen eine fortlaufende Analyse von Gasen, insbes. der Abgabe einer Verbrennung zur Überwachung der Feuerungsanlage. Sie beruhen auf der Tatsache, daß in den Rauchgasen bei einer einwandfreien Verbrennung ein bestimmter Prozentgehalt an Kohlendioxid (CO₂), Kohlenoxid (CO) und Wasserstoff (H₂) vorhanden ist.



Schema des elektr. Rauchgasprüfers: a CO₂-Meßkammer, b CO₂-Vergleichskammer, c CO₂-Meßbrücke, d Anzeigegeräte in der Brückendiagonale (können elektrisch verbunden auch entfernt liegen), e CO + H₂-Meßkammer, f CO + H₂-Vergleichskammer, g CO + H₂-Meßbrücke, h feste Brückenzeigewiderstände.

Der Unterschied wird durch die Vergleichsmessung in Prozenten an der Skala angezeigt. Im *Orsat-Apparat* werden nacheinander CO₂ durch Natronlauge, O₂ durch alkalische Lösung von Pyrogallol, CO durch Kupfer-(I)-chlorid-Lösung absorbiert; die Restgasmenge wird in den Meßzylinder zurückgedrängt und die Volumenverminderung festgestellt. Bei anderen R. wird entweder die Wärmeleitfähigkeit, die Wärmetönung bei katalytischer Verbrennung oder der Paramagnetismus des Sauerstoffes ausgenutzt. Das Infrarotabsorptionsverfahren sowie lichtelektrische Kolorimeter gehören zu den Geräten, bei denen zur Messung eine spezifische physikalische Eigenschaft der zu bestimmenden Gemischkomponente dient.

Zur Feststellung kleinster Bestandteile eines Gases dienen „Spurenprüfer“, Geräte, bei denen der eigentl. Messung eine chem. Reaktion vorausgeht. Diese kann begleitet sein von einer gut meßbaren Wärmetönung, einer elektr. Leitfähigkeit, einer Temperaturerhöhung des Absorptionsmittels oder einer photoelektrisch meßbaren Verfärbung von Lösungen, die aus dem Meßgas die Meßkomponente absorbieren.

H. NETZ: Neuzzeitliche Geräte zur Gasprüfung, in: Heizung, Lüftung, Klimatechnik (1959).

Rauhbank, ein langer Hobel, → hobeln.

Rauhgewicht, das Gesamtgewicht einer Edelmetall-Legierung. Gegensatz: Feingewicht.

Raum, **PHYSIK** und **ASTRONOMIE**: ursprünglich die in 3 zueinander senkrechten Richtungen aus-

Raubildmessung – räumen

meßbare Leere, in der sich die Körper (z. B. die Planeten) bewegen. Dieser physikal. R. besitzt, sofern er leer gedacht wird, keine inneren Vorzugsrichtungen (z. B. „oben“, „unten“), er ist *isotrop*; er ist ferner zusammenhängend, *kontinuierlich*, gleichsam ein Abbild des mathemat. $\rightarrow$ Kontinuums. Während noch NEWTON als selbstverständlich annahm, daß der physikal. R. den Axiomen der euklidischen Geometrie gehorche, wird diese Vorstellung durch die allgemeine Relativitätstheorie dahingehend abgewandelt, daß die Maßverhältnisse des R. weitgehend von der in ihm enthaltenen Materie abhängen, $\rightarrow$ Metrik. Die Relativitätstheorie hat ferner die $\rightarrow$ Zeit mit dem R. derart verschmolzen, daß die Abtrennung der vierten „zeitlichen“ Dimension von den 3 „räumlichen“ Dimensionen des vollständigen *Raumzeitkontinuums* (kurz *Raumzeit*) je nach dem Bewegungszustand des Beobachtenden verschied. ausfällt.

Die Begriffe „unbegrenzt“ und „unendlich“ sind nicht gleichbedeutend: Die zweidimensionale Kugeloberfläche ist als Fläche unbegrenzt, doch von endl. Flächengröße. Die Annahme einer nicht-euklid. Geometrie mit „positiver Krümmung“ (Winkelsumme im Dreieck größer als zwei Rechte), die sich bei bestimmter, im großen gleichmäßiger Massenverteilung ergibt, führt dazu, daß der Welt-raum als ein dreidimensionales Analogon der zweidimensionalen Kugeloberfläche aufgefaßt wird: Ohne eine Grenze (oder ein „Außerhalb“) zu besitzen, ist dieser R. doch von endlicher Größe; jede Gerade läuft in sich zurück und hat endliche Länge (wie ein Kreisumfang). Obwohl dieser in sich geschlossene endliche R. nicht anschaulich vorstellbar ist, bildet er einen klar bestimmten Gegenstand mathemat. Untersuchung, für die er definiert ist als die dreidimensionale „Oberfläche“ einer „Kugel“ in einem vierdimensionalen euklidischen R.

Auch im Bereich ganz kleiner Entfernungen scheinen die gewohnten R.-Gesetze nicht mehr anwendbar zu sein, $\rightarrow$ Elementarlänge.

E. MACH: Die Mechanik in ihrer Entwicklung (1921); H. WEYL: R., Zeit, Materie (1918); G. JAFFÉ: Drei Dialoge über R., Zeit und Kausalität (1954).

In der MATHEMATIK bezeichnet man als R. jede Menge von Dingen, auf deren eigene Struktur es nicht ankommt und die daher „Punkte“ genannt werden können. In der synthetischen Geometrie nimmt man zu den „Punkten“ noch Klassen von „Geraden“ und „Ebenen“ hinzu und definiert einige der zwischen ihnen bestehenden Beziehungen durch Axiome, z. B. daß durch zwei Punkte genau eine Gerade geht. – Zur Begründung der analyt. Geometrie definiert man den *affinen R.* als Menge aller geordneten Tripel (x, y, z) von reellen Zahlen x, y, z . Durch Erklärung des Abstandes zwischen zwei Punkten (x, y, z) und (x', y', z') , etwa durch

$$\sqrt{(x-x')^2 + (y-y')^2 + (z-z')^2},$$

erhält man einen *metrischen R.* ($\rightarrow$ Metrik). Man kann aber den Abstand auch noch anders erklären, z. B. so, daß der Abstand zwischen zwei infinitesimal benachbarten Punkten durch eine quadratische Form berechnet wird, deren Koeffizienten von der Lage der Punkte im Raum abhängen (*Riemannscher R.*). – Da es wünschenswert ist, auch mit „unendlich fernen“ Punkten in exakter Weise arbeiten zu können, erweitert man den affinen R. zum *projektiven R.* ($\rightarrow$ Projektivität). Ein *linearer R.* ist eine Punktmenge, die mit zweien ihrer Punkte stets deren ganze Verbindungsgerade enthält, wie z. B. eine Ebene.

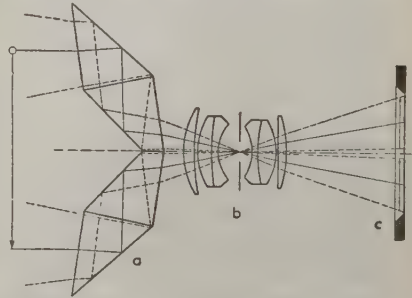
Ganz allgemein kann man sich von der Beschränkung auf die Dimensionszahl 3 befreien und auch *R. beliebiger Dimensionszahl* betrachten. Ein Beispiel dafür sind gewisse Mengen von stetigen reellen $\rightarrow$ Funktionen in der Analysis, die einen linearen R. von unendlich vielen Dimensionen, den *Hilbert-Raum*, bilden.

In der analyt. Geometrie untersucht man auch Räume, deren Koordinaten nicht mehr notwendig reelle Zahlen sind, sondern auch komplexe Zahlen

sein dürfen, oder, noch allgemeiner, einem beliebigen $\rightarrow$ Körper entnommen sind.

Raubildmessung, $\rightarrow$ Photogrammetrie.
Raubildverfahren, Verfahren zur Herstellung von Bildern, bei deren Wiedergabe wie beim natürlichen Sehen jedem Auge nur das ihm zugeordnete Teilbild vermittelt wird, wodurch ein räuml. Eindruck entsteht (*Stereoskopie*, *Stereoprojektion*).

Bei der Aufnahme werden entweder in zwei zusammengebauten Einzelkameras mit synchron laufenden Verschlüssen die Filme belichtet oder durch Vorsatzgeräte vor normale Kameras mit Spiegeln oder Prismen die gesondert ankommenden Lichtbündel eingefangen und zu einem Objektiv geleitet und auf dem Film zwei nebeneinander liegende Teilbilder vom halben Bildformat hergestellt (BILD).



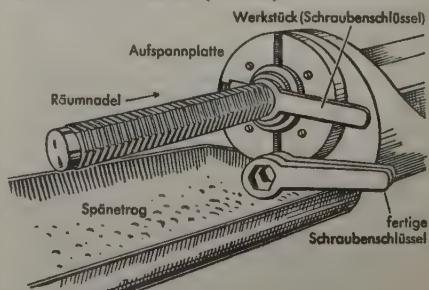
Strahlengang beim Raubildverfahren: a Prismensatz, b Objektiv der Kamera, c Filmschicht, die von zwei Einzelbildern belichtet wird.

Zur Wiedergabe können die Stereobildpaare mit dem *Stereoskop* betrachtet werden, einem optischen Gerät, das im einfachsten Fall aus zwei Lupen besteht, durch die die mit jedem Auge das zugeordnete Teilbild gesehen wird.

Größere Bedeutung haben heute Verfahren erlangt, die eine *Brille* benutzen. Um jedem Auge nur das ihm zugeordnete Teilbild zu vermitteln, muß das andere Teilbild für das betreffende Auge unsichtbar gemacht werden. Beim *Anaglyphenverfahren* geschieht dies durch Verwendung von Komplementärfarben. Ein anderes Verfahren benutzt *polarisiertes Licht*, bei dem die Schwingungsrichtungen der Teilbilder senkrecht aufeinander stehen (*Vektographenverfahren*). Während das Anaglyphenverfahren nur Schwarz-Weißbilder ergibt, ist bei den R. mit polarisiertem Licht auch eine Farbwiedergabe möglich.

Beim *freisichtigen R.* (ohne Brille) werden beide Bilder streifenweise ineinandergeschachtelt und das „falsche“ Bild durch einen Raster verdeckt, durch dessen Zwischenräume jedes Auge nur die Streifen des „richtigen“ Bildes sieht.

räumen, Herstellung von Ebenen und beliebigen zylindrischen Flächen (Profilen) an Werkstücken



Räumen von Schraubenschlüsseln

aus Metall mit Räumnadeln. Die bis zu 1 m lange *Räumnadel* trägt eine größere Anzahl von Zähnen, deren Schneiden senkrecht zur Längsachse der Nadel so angeordnet sind, daß jeder folgende Zahn etwas tiefer als der vorhergehende in das Werkstück eindringt. Sie nimmt sehr dünne Späne (etwa 0,01 mm) ab.

Beim *Ziehräumen* wird die Räumnadel auf der Räummaschine durch das Werkstück durchgezogen; beim *Stoßräumen* auf der *Räumpresse* wird sie hindurchgedrückt. Bei der *Kettenträummaschine* wird das Werkstück durch Ketten an einem ruhenden Räumwerkzeug entlanggezogen.

Raumfahrt, Weltraumfahrt, Astronautik, die Fortbewegung im Raum außerhalb der Lufthülle der Erde. Die Bewegung eines Körpers im leeren Weltraum hängt allein von seiner Geschwindigkeit, seiner Beschleunigung und von den Schwerfeldern der nächstliegenden Himmelskörper ab.

Um in den leeren Raum zu gelangen, ist die Überwindung der Schwerkraft und der Luftreibung der Erde notwendig. Erstere erfordert eine sehr hohe Geschwindigkeit. Sie ist bisher mit (mehrstufigen) chemischen *→Raketen* erreicht worden; dabei wird die Luftreibung so stark, daß aerodynamische Formung, hochhitzebeständige Baustoffe und sehr wirksame Kühleinrichtungen unerlässlich werden. Ein senkrecht startendes Geschöß muß eine Mindestgeschwindigkeit von 11,2 km/s (Fluchtgeschwindigkeit) erhalten, um die *→Gravitationsphäre* der Erde zu verlassen (*→Flugbahn*). Beständige Bahnen sind jedoch auch innerhalb der Erdschwerkfeldphäre bei geringeren Geschwindigkeiten möglich: 1) Ein Geschöß, dem in etwa 1000 km Höhe eine Geschwindigkeit von etwa 8 km/s parallel zur Erdoberfläche verliehen wird, umkreist die Erde als *→Erdsatellit*; 2) gelangt ein Geschöß mit etwas geringerer als der Fluchtgeschwindigkeit in den Anziehungsbereich des Mondes, so kann es unter bestimmten Bedingungen diesen als Satellit umkreisen oder nach seiner Umrückung zur Erde zurückkehren. Ein Körper, der die Gravitationsphäre der Erde verläßt, gelangt in die Gravitationsphäre der Sonne und umkreist diese als *Sonnensatellit* oder „künstlicher Planet“, sofern er nicht von anderen Körpern des Sonnensystems abgelenkt und eingefangen wird. Bei Geschwindigkeiten über 23 km/s kann ein von der Erde startendes Geschöß das Sonnensystem verlassen; das hierfür notwendige Antriebsvermögen ist jedoch viel kleiner, wenn die Eigengeschwindigkeit der Erde im Sonnensystem (30 km/s) ausgenutzt wird.

Wichtige Vorstufen der bemannten R. sind die *→Erdsatelliten*, die *→Raumsonden* (die zu künstl. Planeten wurden), die auf dem Mond gelandeten *Raketen*, die sowjetruss. Mondsonde (sandte Photos von der Rückseite des Mondes); sie vermitteln durch Funksignale wissenschaftl. und techn. Kenntnisse. Die erste Stufe der bemannten R. ist zugleich die schwierigste: Aufstieg in eine Satellitenbahn, Verbleiben in ihr, Wiederabstieg zur Erde. Die hohe Beschleunigung beim Aufstieg und die nachfolgende langdauernde Gewichtlosigkeit im kräftefreien Flug der Satellitenbahn werden neben anderen Belastungen des menschlichen Körpers von der *Raumflugmedizin* untersucht. Die Erträglichkeit hoher Beschleunigungen prüft man in Zentrifugen und *→Raketenschlitten*, die der Gewichtlosigkeit in größeren Sturzflügen. Die Schwerelosigkeit wird ohne größere Nachteile überstanden. Beim Wiederabstieg bereitet die Erhitzung beim Eintauchen in die Lufthülle große Schwierigkeiten. Durch aerodynamische Formgebung der Flugkapseln und Verkleidung mit hitzebeständigen und schlecht wärmeleitenden Stoffen gelang es, zu starke Erwärmung der Kapsel zu verhindern. Bei Versagen der Steuerung von der Erde aus kann der Raumfahrer selbst die Kapsel zur Erde steuern. Die *→Van-Allen-Gürtel* sind eine in ihrem ganzen Ausmaß noch nicht genügend erforschte Gefahr. In der Entwicklung befinden sich *Raketenflugzeuge*, mit denen längere kräftefreie Flüge und die sehr schwierige aerodynamische Landung aus größten Höhen (300 km) erprobt wer-

den sollen. Ein Start aus der Satellitenbahn (etwa von einer dort zusammengebauten *Außenstation*) zu interplanetar. Fahrten würde eine vergleichsweise nur geringe körperl. Beanspruchung bringen; sehr viel größer würde jedoch wahrscheinlich die seelische Beanspruchung.

Bis Ende 1963 glückten 10 bemannte Raumflüge sowie 2 ballistische Flüge (Shepard, Grissom):

12. 4. 1961	Gagarin	1 Erdumkreisung
6.–7. 8. 1961	Titow	17 Erdumkreisungen
20. 2. 1962	Glenn	3 Erdumkreisungen
24. 5. 1962	Carpenter ..	3 Erdumkreisungen
11.–15. 8. 1962	Nicolajew ..	64 Erdumkreisungen
12.–15. 8. 1962	Popovic	48 Erdumkreisungen
3. 10. 1962	Schirra	6 Erdumkreisungen
16.–17. 5. 1963	Cooper	22 Erdumkreisungen
14.–19. 6. 1963	Bykowski ..	82 Erdumkreisungen
16.–19. 6. 1963	Tereschkowa	49 Erdumkreisungen

BERGAUST-BELLER: Satelliten erforschen den Weltraum (1957); W. v. BRAUN: Start in den Weltraum (1958).

Raumgitter, *→Kristall*.

Raumgleiter, ein in Entwicklung befindliches, flugzeugähnliches Raumfahrzeug, das von Satelliten aus im Gleitflug auf der Erde landen soll.

Raumgruppen, Raumsysteme, *→Kristall*.

Rauminhalt, Volumen, die Anzahl von Raumeinheiten (cm^3 , m^3 , l u. a.), die in einem Körper enthalten sind. Die Berechnung des R. ist Aufgabe der *→Integralrechnung*. Für Körper mit gekrümmten Oberflächen läßt sich der R. nur in wenigen Fällen als geschlossener Ausdruck angeben, z. B. für Kegel, Kugeln, Ellipsoide.

Raumkrümmung, ein Maß der Abweichung eines Raumes von den Gesetzen der euklidischen Geometrie, *→Riemannsche Geometrie*.

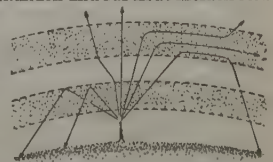
Raumkurve, eine Kurve, die nicht in einer Ebene liegt, z. B. eine Schraubenlinie. Ihre differentialgeometrisch wichtigsten Eigenschaften sind *Krümmung*, d. h. Abweichung vom geradlinigen Verlauf, und *Windung*, d. h. Abweichung vom ebenen Verlauf. In der Knotentheorie, einem Teil der Topologie, erfaßt man ihre *Verschlingung*. Legt man durch einen Punkt P und zwei weitere Punkte P_1 und P_2 einer R. eine Ebene, so geht diese in der Grenzlage, d. h. wenn man P_1 und P_2 gegen P konvergieren läßt (*→Grenzwert*) in die *Schmiegeebene* an die R. im Punkte P über. Senkrecht auf der *Tangente* an die R. im Punkte P steht in der Schmiegeebene die *Hauptnormale* und senkrecht auf beiden die *Binormale*. Die durch Normale und Binormale in P aufgespannte Ebene heißt die *Normalebene* an die R. im Punkte P , die durch Tangente und Binormale aufgespannte Ebene die *rektifizierende Ebene*.

Raumladung, FUNKTECHNIK: die Elektronenwolke, die eine Elektronenquelle, z. B. eine Kathode, umgibt.

Raumsonde, mit einer Rakete in den außerirdischen Raum geschickter Körper, der mit Meß-, Photo-, Fernsehgeräten und Sendern die physikal. Verhältnisse im Raum und in der Nähe anderer Himmelskörper erkundet und zur Erde melden soll.

Raumwelle, von einem Funksender ausgehende elektromagnetische Wellen, die durch Reflexionen an der Ionosphäre zur Erdoberfläche zurück. Kurze und ultrakurze Wellen breiten sich nur als R. aus, haben daher große Reichweiten bei geringen Energien.

Raumwinkel, geometr. Größe, die durch einen beliebigen gestalteten Kegel (-mantel) einen Raum-



Raumwelle: Reflexion und Brechung langwelliger elektrischer Wellen an den Schichten der Ionosphäre (stark schematisiert)

Raupenfahrzeuge – Reaktor

teil vom Gesamttraum sondert. Der R. wird durch die Fläche gemessen, die er aus der Einheitskugel (Kugel mit dem Radius 1) herauserschneidet. Einheit des R. ist der *Steradian*, der R. eines Kreiskegels mit dem halben Öffnungswinkel von $32^\circ 40'$.

Raupenfahrzeuge, die → Gleiskettenfahrzeuge.

Rauschen, Störeffekt bei der elektr. Nachrichtenübertragung, wird durch unregelmäßige Elektronenbewegungen in Widerständen (z. B. Ohmschen Widerständen, Kristalldetektoren, Transistoren, Widerstandsrauschen) und in Röhren (*Röhrenrauschen*) hervorgerufen.

Rauschgold, *Flitter*-, *Knitter*-, *Lahn*gold, ausgewalztes Messingblech von 0,01 bis 0,03 mm Stärke.

Rautenöl, *Oleum rutae*, ein ätherisches Öl aus verschiedenen Rautenarten, verdankt seinen intensiven Geruch dem Methyl-n-nonyl- und Methyl-n-heptylketon. Rohstoff in Parfümerie und Medizin.

Razemat, → optische Aktivität.

Rb, chem. Zeichen für → Rubidium.

Re, chem. Zeichen für → Rhenium.

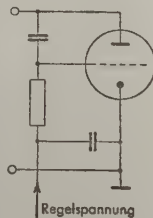
Reagens, jede chem. Substanz, die bei chem. Arbeiten zur Hervorrufung von Umsetzungen, Lösungen, Fällungen u. dgl. benutzt wird.

Reagenzglas, *Probierröhr*, einseitig geschlossenes Gläseröhrchen für chem. Untersuchungen.

Reagenzpapier, ein Papierstreifen, der mit einem → Indikator imprägniert ist. Das bekannteste R. ist das *Lackmuspapier* (→ Lackmus).

Reaktanz, *Blindwiderstand*, ELEKTROTECHNIK: der Wechselstromwiderstand eines verlustfreien Kondensators oder einer verlustfreien Spule.

Die *Reaktanzröhre*, *Blindröhre*, ist eine → Elektronenröhre mit stark von der Gitterspannung abhängiger Steilheit (Regelröhre) in Verbindung mit einem aus Widerstand und Kapazität oder Widerstand und Induktivität bestehenden „Phasendreher“. Diese Zusammenschaltung stellt zwischen Anode und Kathode eine von der Steilheit abhängige Induktivität oder Kapazität (allgemein: R.) dar. Schaltet man eine R.-Röhre parallel zu einem Schwingungskreis und legt an das Gitter der R.-Röhre eine Wechselspannung, so wird die Frequenz des Schwingungskreises im Takte der angelegten Wechselspannung geändert (frequenzmoduliert). Anwendung bei UKW-FM-Sender sowie bei der automat. Scharfabstimmung.



Reaktion, 1) CHEMIE: jeder Vorgang zwischen chem. Verbindungen oder Elementen, der bei Erhaltung der chem. Elemente zu einer stoffl. Umwandlung, d. h. zur Bildung neuer Stoffe führt. Im Gegensatz zu den *Kernreaktionen* (→ Kernchemie) beruhen die chem. R. im wesentl. auf Wechselwirkungen zwischen den Elektronenhüllen der Atome, → Kettenreaktion. 2) MECHANIK: → actio-reactio.

Reaktionstürme, in der chem. Technik benutzte Reaktionsapparate, z. B. Absorptionstürme, in denen Gase nach dem Gegenstromprinzip in Flüssigkeiten gelöst werden, oder R. der Fließbettverfahren bei der Krackung von Erdölprodukten.

Reaktionswärme, *Wärmetönung*, die Wärmemenge, die beim Ablauf einer chem. Reaktion je Mol frei oder verbraucht wird.

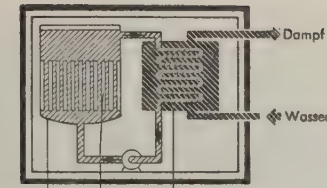
Reaktor, *Kernreaktor*, *Uranbrenner*, *Atommeiler*, amerikan. *Pile*, Anlage zur Steuerung von → Kernspaltungen in großtechn. Umfang (TAFEL Kernphysik II). Nach dem Verwendungszweck werden Forschungs-, Kraft- und Produktions-R. unterschieden. Während die im R. auftretende Wärme in *Forschungs-R.* oft als störend empfunden wird, dient sie beim *Kraft-R.*, der im Kernkraftwerk an die Stelle der Feuerung des Dampfkessels im bisher üblichen Dampfkraftwerk tritt, zur Erzeugung elektrischer Energie. *Produktions-R.* dienen zur Umwandlung von natürl. Uran in Plutonium (Atom-

bombe). Als Spaltstoff wird im Kernreaktor das Uranisotop ^{235}U verwendet (entweder natürliches Uran, das nur zu 0,7 % spaltbares ^{235}U , sonst ^{238}U enthält, oder in Diffusionsanlagen künstlich angereichertes ^{235}U). Spaltbar sind ferner das künstlich aus Thorium erzeugbare ^{233}U und das aus nicht spaltbarem ^{238}U erzeugbare Plutonium (^{239}Pu).

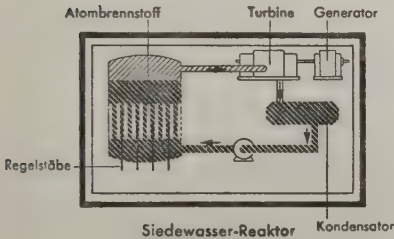
WIRKUNGSWEISE. Bei der Kernspaltung des Spaltstoffes ^{235}U bricht durch das Auftreffen eines freien Neutrons der ^{235}U -Kern auseinander, wobei gleichzeitig 2 bis 3 Neutronen mit hoher Geschwindigkeit ausgeschleudert werden, die den nächsten Spaltvorgang einleiten (Kettenreaktion). Um ein lawinenartiges Ansteigen der Spaltvorgänge wie bei der Atombombe zu vermeiden, muß der Vorgang so gesteuert werden, daß aus jeder Spaltung nur genau ein Neutron zur Einleitung der nächsten Reaktion frei bleibt (*Multiplikationsfaktor* = 1); die übrigen werden von den umgebenden Werkstoffen absorbiert (eingefangen) oder gehen nach außen verloren. Diese Steuerung geschieht durch *Regelstäbe* aus stark absorbierendem Bor oder Kadmium, die mehr oder weniger tief in das Reaktorrinnere eingeschoben werden. Die Spaltneutronen entfalten ihre größte Wirkung nicht bei den hohen Geschwindigkeiten, mit denen sie den Kern verlassen, sondern müssen auf Geschwindigkeiten abgebremst werden, die etwa der Wärmebewegung der Moleküle und Atome bei normalen Temperaturen entsprechen („thermische“ Neutronen). Das Abbremsen geschieht durch Zusammenstoß mit anderen Kernen bestimmter *Bremstoffe* oder *Moderatoren* (Graphit, leichtes oder schweres Wasser, Beryllium). Beim Auftreffen der für die Kettenreaktion nicht benötigten, überschüssigen Neutronen auf ^{238}U wird dieses z. T. in spaltbares ^{239}Pu umgewandelt, es wird neuer Spaltstoff „ausgebrütet“. Den Anteil des Brutstoffes am verbrauchten Spaltstoff bezeichnet man als *Brutfaktor*; ist dieser größer als 1, so brütet der R. also mehr Spaltstoff aus, als ursprünglich vorhanden war (*Brutreaktor*). Wegen der „Vergiftungswirkung“ der entstehenden Spaltbruchstücke des U-Kernes (Spaltprodukte), durch die die Kettenreaktion allmählich abgebremst wird, können nur 10 bis 20 % des eingebrachten ^{235}U in einem Arbeitsgang gespalten werden. Der Spaltstoff muß dann aus dem R. entfernt und neu aufbereitet, d. h. von den Spaltprodukten befreit werden. Gegen die im Reaktorrinnern auftretende starke radioaktive Strahlung muß das Bedienungspersonal durch *Abschirmung* (meist Wärmeschild aus Stahl und biolog. Abschirmung aus Beton, Stahl, Blei u. ä.) geschützt werden. Auch Wasser kann zur Abschirmung dienen (z. B. beim *Schwimmbecken-R.*).

WIRTSCHAFTLICHKEIT DER KRAFTREAKTOREN. Bei der Kernspaltung des U wird etwa $1/1000$ der ursprünglich vorhandenen Masse in Energie umgewandelt, so daß aus 1 g reinem ^{235}U rund 23 000 kWh als Wärmeenergie frei werden. Diese Wärme wird durch *Kühlmittel* (Wasser, Luft, Kohlendioxid, Helium, flüssige Metalle, z. B. Natrium) nach außen abgeleitet. Bei Verwendung von 1 g natürl. Uran (nur Anteil von 0,7 % ^{235}U) geht die freiwerdende Wärmemenge auf rund 165 kWh zurück. Weitere Leistungseinbuße muß durch den therm. Wirkungsgrad der Kraftanlage (Turbine) in Kauf genommen werden, so daß bei einem Wirkungsgrad von 25 % (75 % der erzeugten Wärme gehen durch Kondensator- oder sonstige Verluste verloren) aus 1 g natürl. U rund 40 kWh elektr. Nutzleistung gewonnen werden können. Demgegenüber werden in modernsten Kohlekraftwerken (therm. Wirkungsgrad 40 %) nur 3,5 Wh (1000 Wh = 1 kWh) aus 1 g Steinkohle erzeugt. Die Baukosten von Kernkraftwerken liegen wesentlich höher als die bisher üblicher Kraftwerke.

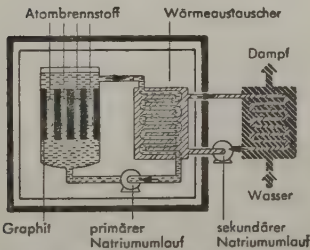
AUFBAU. Nach dem Aufbau werden heterogene (Spalt-, Brems- und Kühstoffe getrennt angeordnet) und homogene R. unterschieden. Beim *gaskühlten Graphit-R.* (BILD Kraftwerk) sind die Spaltstoffelemente als Stäbe in den Graphitblock, der als Brennstoff dient, eingelassen; sie sind so auswechselbar. Die Kettenreaktion beginnt, wenn die



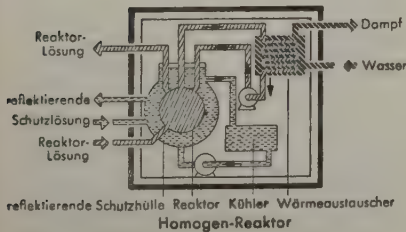
Reaktor Atombrennstoff Wärmeaustauscher
Druckwasser-Reaktor



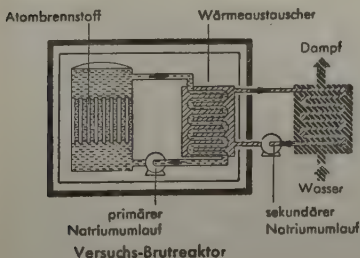
Atombrennstoff Turbine Generator
Regelstäbe
Siedewasser-Reaktor Kondensator



Atombrennstoff Wärmeaustauscher
Graphit primärer Natriumlauf sekundärer Natriumlauf
Natrium-Graphit-Reaktor



Reaktor-Lösung reflektierende Schutzhülle Reaktor Kühler Wärmeaustauscher
Homogen-Reaktor



Atombrennstoff Wärmeaustauscher
primärer Natriumlauf sekundärer Natriumlauf
Versuchs-Brutreaktor
Reaktor: Bauarten (schematisch)

anfangs ganz herabgelassenen Regelstäbe hochgezogen werden. Die entstehende Wärme wird durch das durchströmende Gas (Kohlendioxid) nach außen abgeleitet und in großen Wärmeaustauschern an das von der Turbine rückströmende Kondensat abgegeben; dieses verdampft, der Dampf geht zur Turbine, die den Stromerzeuger antreibt. Weitere heterogene, für die zukünftige Entwicklung bedeutungsvolle Bauarten sind der *Druckwasser-R.* (BILD 1), in dem unter hohem Druck stehendes Wasser zu, gleich als Brems- und Kühlmittel verwendet wird, der *Verdampfer- oder Siedewasser-R.* (BILD 2), bei dem auf einen Wärmeaustauscher verzichtet und der Dampf sogleich im Reaktorkern erzeugt wird (Turbine ist abzuschirmen und während des Betriebes nicht zugänglich, da Dampf radioaktiv), und der *Natrium-Graphit-R.* (BILD 3) mit Graphit als Bremsstoff und flüssigem Natrium-Metall als Kühlmittel. Dadurch ist die Anwendung höherer Temperaturen und günstiger therm. Wirkungsgrade der Kraftanlage möglich. Im *homogenen R.* (BILD 4) ist der Spaltstoff flüssig gelöst, meist als Uransulfat in schwerem Wasser, das zugleich als Bremsstoff und Kühlmittel dient. Die Lösung wird laufend umpumpt und kann leicht aufbereitet werden; außerdem vermeidet man Schwierigkeiten, die bei festen Spaltstoffelementen wegen der Strahlungswirkung auftreten. Für die Zukunft von besonderer Bedeutung ist der *Brutreaktor* (BILD 5), der wegen des Ausbrütens neuen Spaltstoffes höhere Wirtschaftlichkeit verspricht. In der Entwicklung befinden sich ferner R., die mit *schnellen Neutronen* arbeiten. Bei ihnen entfällt der Einbau von Bremsstoffen, sie benötigen aber nahezu reinen Spaltstoff, Schwierigkeiten bereitet die Regelung. Ein mittelschneller R. wurde z.B. zum Betrieb des U-Bootes „Seawolf“ eingesetzt. – Besonders hohe Neutronenflüsse werden im *Material-Prüf-R.* (MTR) erreicht. Er enthält angereichertes Uran und leichtes Wasser als Moderator und dient zur Untersuchung von Materialien auf ihre Beständigkeit gegen Neutronen- und Gammastrahlung. Geplant ist die Entwicklung eines *Uranmotors (Reziproker)*, bei dem gasförmiges Uranhexafluorid (UF_6) von einem Kolben in ein System von Bohrungen in einem Graphitblock gedrückt wird, dort wegen des erhöhten Druckes und der Moderatorwirkung des Graphits kritisch wird, sich infolge der Kernspaltungen erwärmt und ausdehnt und somit den Kolben zurückdrückt. Während der Entspannung hört die Kettenreaktion und damit die Wärmeentwicklung bis zur nächsten Kompression durch den Kolben auf. – Eine amerikan. Versuchsserie von R. für *Raumfahrzeuge (SNAP)* arbeitet mit ferngesteuerten Reaktorkernen aus Uran 235 und Zirkonhydrid; die entstehende Wärme wird durch einen Mantel aus Thermoelementen unmittelbar in elektr. Energie umgewandelt.

GESCHICHTE. → Atomenergie, → Kraftwerk.

Reaktor-Sicherung, eine Einrichtung zum autom. Stillsetzen eines Reaktors bei Versagen der normalen Regelungs- und Sicherungsorgane. Z.B. werden Borlösungen oder Bortrifluoridgas durch eine Öffnung, die normalerweise mit einem Stöpsel aus niedrigschmelzendem Metall geschlossen ist, bei unzulässig hoher Erwärmung in den Reaktorkern geleitet. Durch starke Neutronenbremswirkung des Bors setzt sich der Reaktor automatisch still.

Reäumur-Skala, Temperaturskala mit 80 Grad zwischen dem Gefrierpunkt ($0^\circ R$) und dem Siedepunkt ($80^\circ R$) des Wassers.

Rechen, 1) → Harke, auch als Pferderechen.

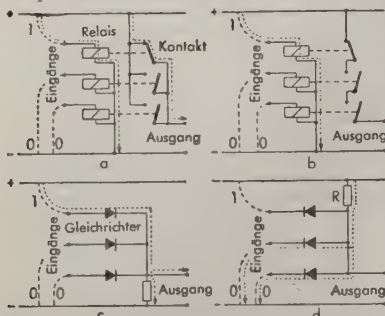
2) bei Wasserkraftanlagen ein einstellbares Gitter zum Auffangen von Treibholz u. ä.

Rechenautomat, programmgesteuerte Rechenmaschine (TAFEL Mathematische Maschinen und Instrumente), ein meist elektrisches oder elektronisches Rechengertät auf Zifferngrundlage, mit dem umfangreiche Rechnungen nach einem von Fall zu Fall eingegebenen Programm selbsttätig ausgeführt werden. *Datenverarbeitende Maschinen* sind R. zum Verarbeiten sehr vieler Zahlen und anderer Informationen, hauptsächlich bei kaufmänn. und wirtschaftl.

Rechenautomat

Rechnungen. Oberbegriff: Informationsverarbeitende Maschinen, Informationswandler.

AUFBAU. Das Rechenwerk führt ähnlich wie die gewöhnl. Rechenmaschine die vier Grundrechnungsarten aus, allerdings beträchtlich schneller, z. B. eine Multiplikation zweier zehnstelliger Zahlen in $\frac{1}{1000}$ s



Rechenautomat; Grundsaltkreise. Beispiele für 3 Eingänge, von denen einer gerade einen 1-Impuls erhält (mit + verbunden), die beiden anderen 0-Impulse (mit - verbunden). a) Oderschaltung, b) Undschaltung bei Relais-Bauelementen; c) Oderschaltung mit Gleichrichtern, volle Spannung am Ausgang, sobald mindestens ein Gleichrichter an + liegt, die übrigen sind in Sperrrichtung stromfrei; d) Undschaltung mit Gleichrichtern, voller Spannungsabfall am Widerstand R, keine Spannung am Ausgang wegen Überbrückung durch leitenden Gleichrichter, außer wenn alle Gleichrichter an + liegen.

und weniger. Es erhält die Ausgangszahlen (Operanden) jeder Teilrechnung aus dem Speicherwerk und liefert seine Ergebnisse dorthin zurück. Welche Zellen des Speicherwerks benutzt werden und welche Rechnungsart im Rechenwerk ausgeführt wird, steuert das Kommandowerk auf Grund von Befehlen, die es nacheinander aus dem Speicherwerk abrufen. Die Gesamtfolge von Befehlen für eine Rechenaufgabe bildet das Rechenprogramm. Es wird zusammen mit den zu verarbeitenden Zahldaten zu Beginn der Rechnung, teilweise auch unterwegs, vom Eingabewerk in den Speicher gebracht. Das Auslieferungswerk schreibt die berechneten Endergebnisse sofort nach Anfallen oder erst am Schluß der Rechnung als Zahntafel oder ähnliches nieder.

ZAHLEN- UND BEFEHLSDARSTELLUNG. Innerhalb eines elektron. R. laufen die Zahlen und Befehle als Gruppen elektr. Stromstöße (Impulse) von $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{1000000}$ s Dauer. Bei einer vollständ. Rechnung müssen 10^6 bis 10^{12} solcher Impulse völlig fehlerfrei verarbeitet werden. Wegen dieser hohen Anforderungen an die Betriebssicherheit eines R. nutzt man nur das Auftreten oder Fehlen eines Impulses aus, nicht seine Größe (Ja-Nein-Arbeitsweise). Deshalb sind die Zahlen nur aus 0 und 1 aufgebaut, entweder im reinen Dualsystem oder dezimal ziffernweise nach einem günstigen Code verschlüsselt.

SPEICHERWERK. Im Magnetrommspeicher werden die Stromimpulse ähnlich wie beim Magnettonverfahren magnetisch aufgezeichnet, und zwar auf der Mantelfläche eines 20 bis 250mal je s umlaufenden Rades (Trommel). Die zu einer Zahl gehörigen Ziffern werden in einer Zelle gespeichert, und zwar bei Parallelendarstellung gleichzeitig auf verschiedenen Spuren, bei Seriendarstellung nacheinander auf der gleichen Spur. Bei schnellen R. benutzt man Schnellspeicher, z. B. Magnetkernspeicher, die für jeden Impuls einen Ringkern mit rechteckiger Hystereseschleife enthalten. Eine 1 wird durch positive, eine 0 durch negative Remanenzmagnetisierung gespeichert. Beim Matrixspeicher sind kleine Ferrit-Ringkerne (2 mm $\varnothing$) auf die Kreuzungspunkte eines Drahtnetzes aufgefädelt. Der Magnetisierungsstrom wird so bemessen, daß zwei Ströme

in einem waagerechten und einem senkrechten Draht zusammentreffen müssen, um den Kern am Kreuzungspunkt als einzigen zu magnetisieren. Ähnlich arbeiten Speicher mit ferroelektrischem Material. Beim elektrostatischen Speicher sind die Impulse auf einem Isolator als Ladungsverteilung dargestellt, die ständig erneuert werden muß. - Beim Laufzeit-speicher wandert der zu speichernde Impulszug über eine Verzögerungsstrecke und wird von ihrem Ende her dem Anfang immer wieder zugeführt (dynamischer oder Umlauf-Speicher). Er läuft mit gleichmäßiger Geschwindigkeit als Schallwelle durch ein mit Quecksilber gefülltes Rohr (Ultraschallspeicher), als Stoßwelle mit Magnetostriktion über einen Nickeldraht, als elektr. Impulsfolge über einen Kettenleiter oder durch eine Magnetkernstrecke. - Steigendes Interesse finden supraleitende Stromkreise als Speicher, die man z. B. durch ringförmige Bedampfung dünner Folien mit einer supraleitenden Legierung herstellen kann. Durch Magnetisieren und Entmagnetisieren läßt sich der supraleitende Zustand beliebig aufheben und wiederherstellen. Ergänzungsspeicher mit großer Kapazität, aber längerer Zugriffszeit füllen und leeren die Arbeitsspeicherzellen gruppenweise bei den einzelnen Teilprozessen. Die größte Kapazität haben Magnetbandspeicher: Eine auswechselbare Magnetbandspule (ähnlich der beim Magnet-Tonverfahren) von 300 bis 1000 m Bandlänge faßt bis etwa 30 Millionen Zeichen. Die Zugriffszeit zu einer beliebigen Bandstelle kann trotz hoher Bandgeschwindigkeit (bis 4 m/s) mehrere s oder min betragen. Dagegen haben Randomspeicher einigermaßen gleichmäßige, kurze Zugriffszeit zu jeder Speicherzelle, was vielfach ähnlich wie beim Magnetrommspeicher erreicht wird: Beim Plattenspeicher rotiert ein Satz (30 bis 50) Magnetplatten, ein oder mehrere Schreibleseköpfe wählen die benötigte Plattenseite und Spur aus. Kapazität etwa 10^7 Zeichen, Zugriffszeit 0,1 bis 1 s. Beim Magnetkartenspeicher wird aus einem Satz (etwa 200) magnetisierbarer Kunststoffkarten jeweils eine ausgesucht und mit Hilfe einer rotierenden Trommel vor die Schreiblesekopfguppe gebracht. Kapazität $5 \cdot 10^4$ Zeichen, Zugriffszeit zur Karte $\frac{1}{4}$ s.

RECHENWERK. Grundsaltkreise (BILD) sind a) die Oderschaltung, die einen Impuls am Ausgang liefert, wenn an mindestens einem der Eingänge ein Impuls liegt, und b) die Undschaltung, die einen Ausgangsimpuls nur bei Impulsen an allen Eingängen liefert. Bauelemente sind Relais, Gleichrichter aus Germanium, Selen oder Silizium, Magnetschaltkerne, Elektronenröhren, Transistoren. Bei dezimalen R. ist das Rechenwerk verwickelter. KOMMANDOWERK (Befehlswerk, Planwerk). Den zeitlichen Ablauf aller Vorgänge im R. steuert ein Taktgeber (Uhrimpuls-generator, oft mit der Magnet-speichertrommel vereinigt). Er beeinflusst auch den Befehlsnummern-Zähler, der nach jeder Rechenoperation den nächsten Befehl aus dem Speicherwerk abrufen. Dieser Befehl wird so entschlüsselt und statisch wirksam gemacht, daß sein Operationsteil die Rechnungsart, sein Adressenteil eine oder mehrere zu benutzende Speicherzellen auswählt. Ein Sprungbefehl unterbricht die natürliche Befehlsnummernfolge, indem er den Befehlsnummernzähler auf einen im Befehl genannten Wert springen läßt, von dem aus das Programm weiterläuft. Bei bedingten Sprungbefehlen (Entscheidungsbefehlen) wird aus der regelmäßigen Folge nur hinausgesprungen, wenn das zuvor gewonnene Rechenergebnis gewissen Bedingungen genügt, z. B. positiv ist. Dieses Entscheidungsvermögen des R. gibt den für eine Rechnung gerade gewählten Ausgangsdaten Einfluß darauf, welche der im Programm vorgesehenen Befehlsfolgen tatsächlich durchlaufen werden.

EINGABE- UND AUSLIEFERUNGSWERK. Zum Eingeben von Zahlen und Befehlen dienen mechanisch oder lichtelektrisch abgefühlte Lochstreifen oder Lochkarten und Magnetbänder wie beim Magnettonverfahren, zum Ausliefern der Ergebnisse Fernschreibmaschinen, Lochkartenmaschinen, Schnelldrucker und Magnetbänder. Daten von gedruckten

oder maschinengeschriebenen Belegen (z. B. Schekken) werden durch elektronische Zeichenleser (→ Zeichenerkennung) entnommen.

VERWENDUNG UND BEDEUTUNG. Der Benutzer des R. muß seine Rechenaufgabe in eine Folge der im Rechenwerk ausführbaren Grundrechenoperationen zerlegen (programmieren). Diese meist recht mühsame Arbeit lohnt, wenn das gleiche Programm oft mit verschiedenen Ausgangszahlen abläuft oder wenn Teile eines Programms oft durchlaufen werden (Programmmschleifen, etwa für Iterationsprozesse) oder sich in anderen Programmen wiederholen (Unterprogramme, Compiler). Ziel einer bestimmten Entwicklung ist es, das eigentliche Programm möglichst kurz zu gestalten und mit seiner Hilfe dem R. das Zusammenstellen der gespeicherten Unterprogramme in geeigneter Folge selbst zu überlassen (Formelübersetzung). – Langwierige Rechnungen etwa der theoret. Meteorologie müssen in so kurzer Zeit nach Wetterbeobachtungen ausgeführt werden, daß sie noch für die prakt. Wettervorhersage benutzt werden können. In kaufmännischen und wirtschaftl. Berechnungen verarbeitet man dagegen meist sehr viele Zahlen nach ziemlich kurzem Rechenprogramm mit dem Ziel, alle Veränderungen bei Kontenführung, Lagerhaltung, Versicherungswerten usw. ständig überschauen zu können. Durch Einbeziehen von Aufgaben der mathemat. Logik und der mathemat. Theorie der Spiele gewinnen R. mit Entscheidungsvermögen Bedeutung auch über reine Zahlenrechnungen hinaus, z. B. für Wirtschafts- und Operationsforschung (→ Kybernetik, → Übersetzungsmaschine). H. RUTISHAUSER, E. STIEFEL u. A. SPEISER: Programmgesteuerte digitale Rechengeräte (1951); L. COUFFIGNAL: Denkmachines (1955); H. MÜLLER: Die elektron. digitale Rechenmaschine (1959); A. SPEISER: Digitale Rechenanlagen (1961).

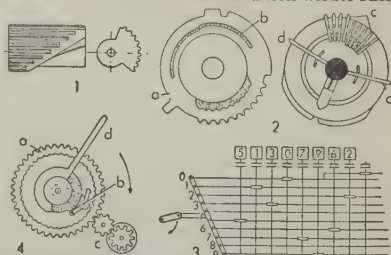
Rechengetriebe. Getriebe zum Ausführen von Rechenoperationen in mathemat. Geräten. Z. B. ist zum Subtrahieren das Ausgleichgetriebe (Differentialgetriebe, → Kraftwagen) geeignet: Werden die Achswellenräder mit verschiedener Drehzahl angetrieben, so dreht sich das Ausgleichgehäuse um die Differenz beider Antriebsdrehungen. Durch Umkehren einer der beiden Antriebsrichtungen kann man addieren. Zum Integrieren dient ein Reibradgetriebe (Gonellagetriebe), bei dem meist eine Reibscheibe das Reibrad in veränderlichem Abstand r vom Scheibenmittelpunkt um $r \cdot d\varphi$ dreht (φ = Drehwinkel). Ähnliche Ausführungen haben statt Reibscheibe Reibkegel oder schwenkbare Kugelkalotte. Verwickelte mathemat. Ausdrücke lassen sich durch Gelenkgetriebe und Kurvengetriebe nachbilden.

Rechenmaschine. Maschine für ziffernmäßiges Rechnen, hauptsächlich in den vier Grundrechenarten (TAFEL Mathematische Maschinen und Instrumente). Die zu verarbeitenden Zahlen werden an einem Einstellwerk durch Tasten oder Hebel eingestellt. Durch Kurbelumdrehungen addiert man die eingestellte Zahl zum Inhalt des Ergebniswerkes (Resultatwerk) oder subtrahiert sie davon. Einstellwerk und Ergebniswerk können gegeneinander verschoben (geschifft) werden. Das Multiplizieren braucht auf fortgesetztem Addieren und Schiften.

Eine halbautomat. R. hat elektr. Antrieb, die Addierumdrehungen werden durch Drücken auf die Motortaste unter Beobachten des Umdrehungszählwerks gesteuert. Bei einer vollautomatischen R. kann der ganze Multiplikator vor der Rechnung eingestellt werden, die R. steuert selbsttätig alle Additionen und Schiftungen.

Beim Dividieren steht zuerst der Dividend im Er-

gebniswerk, der Divisor im Einstellwerk. Man subtrahiert den Divisor, wie beim schriftl. Rechnen an der höchstmöglichen Stelle beginnend, so oft, bis das Ergebniswerk unter Null kommt. Die letzte Subtraktion wird durch eine Addition wieder rück-



Rechenmaschine: Schaltelemente zur Übertragung der Ziffern vom Einstellwerk zum Ergebniswerk. 1 Staffelwalze, seitlich und in Achsrichtung gesehen; ein schmales Gegenzahnrad kann wahlweise so gestellt werden, daß es von 1, 2 bis 9 Zähnen getroffen wird und die gewonnene Ziffer ans Ergebniswerk weiterleitet. 2 Sprossenrad, aufgeklappt; a Einstellscheibe, b Kurvenführung, c radial verschiebbare Zähne, davon 5 verschwindend, 4 hervorstehend, d Zusatzzähne für Zehnerübertragung; arbeitet ebenfalls mit Gegenzahnrad. 3 Zahnstangensatz mit Verhältnisscheibeln; die zehn Zahnstangen werden so hin- und herbewegt, daß bei größter Auslenkung die erste um eine Zahnbreite verschoben ist, die nächste um zwei Zahnbreiten usw.; ein schmales Gegenrad überträgt die Vorwärtsbewegung einer ausgewählten Zahnstange auf das Ergebniswerk, das während der Rückwärtsbewegung abgekuppelt ist. 4 Schaltklinkenrad; a Zahnkranz, b umlaufende Schaltklinke, c Gegenrolle, d Einstellhebel mit Gleitkurve; die Schaltklinke nimmt den Zahnkranz so lange mit, wie die Gegenrolle in der Gleitkurvenführung einrasten kann.

gänglich gemacht, nach Schiften setzt man das Spiel in der nächstniedrigen Stelle fort. Das Umdrehungszählwerk zeigt den gesuchten Quotienten als Anzahl der Subtraktionsumdrehungen in jeder Stelle.

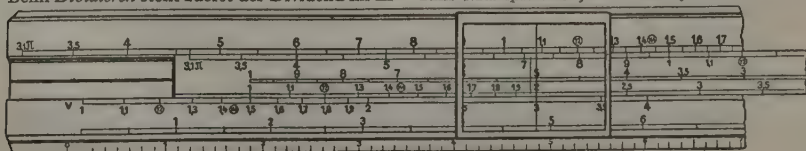
Als Schaltelemente werden die Staffelwalze (LEIBNIZ 1671), ein Zahnrad mit 9 in der Breite gestaffelten Zähnen, das Sprossenrad (POLENI 1709), ein Zahnrad mit radial verschiebbaren Zähnen, der Zahnstangensatz mit Verhältnisscheibeln (HAMANN 1905), das Schaltklinkenrad (HAMANN 1925) mit Innenverzahnung sowie das Schaltgetriebe benutzt, dessen Übersetzung jeweils nach der zu addierenden Ziffer gewählt werden kann. Multiplizierende und addierende R. mit Schreibvorrichtung sind aus Addiermaschinen und aus → Buchungsmaschinen (Fakturiermaschine) fortentwickelt worden. Für umfangreiche, in gleicher Art wiederkehrende Rechnungen kann man Lochkartenmaschinen (→ Lochkarte) und programmgesteuerte R. (→ Rechenautomaten) einsetzen.

GESCHICHTE. Die erste R. für alle vier Grundrechenarten stammt von LEIBNIZ (1671–74). Nach 1773 baute HAHN mehrere R. mit einer für alle Ziffern gemeinsamen Staffelwalze. Fabrikmäßig stellte THOMAS in Paris seit 1820 R. her.

O. PRIEBE: R. im Büro (1955).

Rechenscheibe, ein scheibenförmiger → Rechenschieber.

Rechenschieber, Rechenstab, mathemat. Gerät zum Multiplizieren, Dividieren, Potenzieren und



Rechenschieber: Beispiel der Multiplikationsaufgabe $1,5 \times 2$ (unten)

für verwandte Rechnungsarten, im allgemeinen aber nicht zum Addieren und Subtrahieren. Grundlage bilden logarithmische Teilungen, die auf dem Körper (Stab) des R. und auf der darin verschiebblichen Zunge (Schieber) angebracht sind. Zum Multiplizieren und Dividieren werden die logarithmischen Strecken aneinandergefügt und nach den Regeln des Rechnens mit $\rightarrow$ Logarithmen addiert und subtrahiert. Für einfache Aufgaben verwendet man die Grundteilungen (BILD) von 1 bis 10. Zahlen in anderen Bereichen werden durch Kommaverschieben in den Bereich 1 bis 10 gebracht. Die gebräuchl. R. besitzen ferner quadratische und kubische Teilungen, Teilungen mit den Winkelfunktionen, Mantissen-skalen der Logarithmen u. a. Höhere Genauigkeit ergeben die Rechenwalze mit 10- bis 50fach verlängerten Skalen und größere Kreisrechenzieher. Für häufiges Ausrechnen nach der gleichen Formel gibt es Sonder-R., bei denen auch nichtlogarithm. Teilungen vorkommen, z. B. gleichmäßige Teilungen für gewöhnl. Addieren und Subtrahieren.

A. ROHRBERG: Theorie und Praxis des logarithm. Rechenstabes (1953).

Rechteck, rechtwinkliges Parallelogramm.

rechtsdrehende Stoffe, $\rightarrow$ optische Aktivität.

Redox-System, **Oxydations-Reduktions-System**, ein System aus Oxydations- und Reduktionsmitteln, dessen chem. Gleichgewicht sich nach dem $\rightarrow$ Massenwirkungsgesetz einstellt. **Redoxgleichgewichte** spielen im physiolog. Geschehen eine große Rolle; wichtig sind z. B. die R. Zystin $\rightleftharpoons$ Zystein, Ascorbinsäure (= Vitamin C) $\rightleftharpoons$ Dehydro-Ascorbinsäure, Milchsäure $\rightleftharpoons$ Brenztraubensäure.

Die Lage der Redoxgleichgewichte wird durch vergleichende Messung gegen das Normalpotential der Normal-Wasserstoffelektrode bestimmt; die so gemessenen **Redoxpotentiale** werden meist in Millivolt angegeben, $\rightarrow$ Reduktion 3).

Reduktion, 1) **MATHEMATIK**: Zerlegung in irreduzible Teile.

2) **PHYSIK**, **ASTRONOMIE** u. a.: Befreiung der Beobachtungswerte von Fehlern und nach Beziehung auf bestimmte Vergleichsgrößen, z. B. R. der Koordinaten eines Gestirns auf das Äquinoktium von 1900.

3) **CHEMIE**: urspr. die chem. Entfernung von Sauerstoff aus sauerstoffhaltigen Verbindungen, der entgegengesetzte Vorgang zur $\rightarrow$ Oxydation; dann auch die Einführung von Wasserstoff in Verbindungen; allgemein ein chem. Vorgang mit Übertragung von Elektronen von einem auf einen anderen Stoff. Wegen der unlöslichen Koppelung von R. und Oxydation in demselben Vorgang kann jede solche Umsetzung allgemein ein **Redoxprozeß**, **Redoxvorgang** genannt werden ($\rightarrow$ Redox-System). Die reduzierende und oxydierende Stärke eines Elementes oder einer Verbindung gegenüber anderen kann aus elektrolyt. Ketten als elektr. Spannung (**Redoxpotential**) ermittelt werden.

4) **METALLBEARBEITUNG**: die Querschnittsverminderung an Stäben und Rohren sowie das Absetzen runder Rohr- und Stabend in zylindr. oder konischer Form in **Reduzier-** oder **Hännermaschinen**.

Reduktionszirkel, **Doppelzirkel** mit verstellbaren Schenkellängen zum Übertragen von Strecken in einen anderen Maßstab.

Reede, Ankerplatz an einer Küste (Bucht, Flußmündung).

Reflektor, 1) **LICHTTECHNIK**: Vorrichtung zum Zurückwerfen des Lichtes, wesentlicher Bestandteil einer Leuchte, meist mehr oder weniger stark streuend; R. können $\rightarrow$ Spiegel sein und ergeben dann gerichtetes Licht ($\rightarrow$ Scheinwerfer).

2) **ASTRONOMIE**: das Spiegelteleskop, $\rightarrow$ Fernrohr.

3) **FUNKTECHNIK**: metallisches Gebilde, z. B. ein Drahtgeflecht oder eine Metallfläche nach Art eines Hohlspiegels, das in einem bestimmten Abstand hinter der $\rightarrow$ Antenne zur Vergrößerung der Richtwirkung angeordnet ist.

4) die Umhüllung eines $\rightarrow$ Reaktors mit einem Material kleinen Absorptionsvermögens und großer

Neutronenreflexion zur Erhöhung des Neutronenflusses im Reaktor. Als Reflektormaterial sind vor allem Beryllium, Berylliumoxid und Graphit geeignet. Auch Atombomben enthalten R.

Reflektoskop, ein Ultraschall-Impuls-Reflexionsgerät zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung, arbeitet nach dem Impuls-Echo-Verfahren: Ein von einem Hochfrequenzgenerator erregter Schwingquarz (als elektroakust. Wandler) sendet Ultraschall-Impulse von wenigen Mikrosekunden Dauer in das Werkstück. Bis zum Aussenden eines neuen Impulses arbeitet der Schwingquarz als Empfänger, so daß die von der Vorderwand, der Rückwand und von den eventuell im Werkstoff vorhandenen Fehlstellen (z. B. Rissen) reflektierten Schallwellen auf dem Leuchtschirm einer Elektronenstrahlröhre zur Anzeige gebracht werden können, es entsteht ein **Reflektogramm**. Dieses gibt Aufschluß über die räumliche Lage der Werkstofffehler.

Reflex, der von einem beleuchteten spiegelnden Körper zurückgeworfene Widerschein, $\rightarrow$ Reflexion. Die **Reflexminderung** an der Oberfläche von Linsen opt. Systeme erreicht man durch Belegen mit einer niedrig brechenden Schicht von im allgemeinen $\frac{1}{4}$ Wellenlänge Dicke. Die R.-Minderung wird dann durch $\rightarrow$ Interferenz an den Schichtgrenzen erzeugt. Schichten zur R.-Minderung werden durch Aufdampfen im Vakuum, chem. Aufbringen oder chem. Ätzen erzeugt. ($\rightarrow$ vergüten 2)

Reflexion, 1) **PHYSIK**: die Zurückwerfung von Strahlen (Wellen) an Grenzflächen zwischen zwei Medien. Bei der **regulären R.** an hinreichend glatten Grenzflächen ist stets der Einfallswinkel, d. h. der Winkel zwischen einfallendem Strahl und der im Einfallspunkt errichteten Flächensenkrechten, gleich dem R.-Winkel, d. h. dem Winkel zwischen reflektiertem Strahl und der gleichen Senkrechten; einfallender Strahl, Flächensenkrechte und reflektierter Strahl liegen in einer Ebene (**R.-Gesetz**). Beim Übergang von Licht aus einem optisch dünneren in ein optisch dichteres Medium wird stets nur ein Teil des Lichtes reflektiert, der Rest wird absorbiert oder gebrochen. Das **R.-Vermögen** eines Stoffes ist das Verhältnis der reflektierten zur auffallenden Strahlung. Polierte Metallflächen haben, bei senkrechtem Lichteinfall, ein R.-Vermögen von 50 bis 95 %, versilberte Glaspiegel etwa 88 %. Beim Übergang aus dem optisch dichteren in das optisch dünnere Medium wird ebenfalls ein Teil des Lichtes gebrochen, jedoch nur bis zu einem gewissen Einfallswinkel (**Grenzwinkel**), für den nach dem Snelliusschen Brechungsgesetz $\sin \alpha_1 = 1$, also $\sin \alpha_2 = 1/n_{12}$ wird ($\rightarrow$ Brechung). Bei größeren Einfallswinkeln wird das Licht vollkommen reflektiert (**Totalreflexion**). Reflektiertes Licht ist verschieden stark polarisiert; vollständige $\rightarrow$ Polarisation liegt vor, wenn der gebrochene und der reflektierte Strahl aufeinander senkrecht stehen.

Fällt Licht auf eine raue Fläche, so wird es nach allen Richtungen zerstreut (**diffuse R.**). Erst durch diffuse R. werden die nicht selbstleuchtenden Körper unseren Augen sichtbar. Ein Körper, der nur



Reflexion von Licht beim Übergang aus Wasser in Luft; 1 Einfallswinkel kleiner als Grenzwinkel: normale Brechung. 2 Einfallswinkel = Grenzwinkel: der gebrochene Strahl verläuft in der Wasseroberfläche. 3 Einfallswinkel größer als Grenzwinkel: Totalreflexion.

bestimmte Wellenlängen des auf ihn fallenden Lichts reflektiert, während er den Rest absorbiert, erscheint farbig. — Auf der R. von Schallwellen beruht das $\rightarrow$ Echo.

Über die Herabsetzung störender R. $\rightarrow$ Reflex.

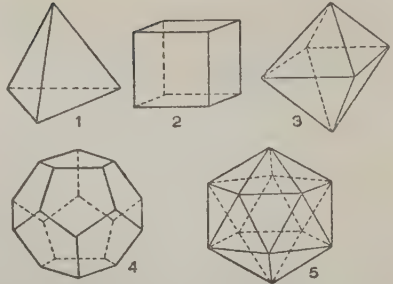
2) **LICHTTECHNIK**: Zurückwerfung des auffallenden Lichtstroms, wobei auch Lichtstreuung und Änderung der spektralen Beschaffenheit eintreten kann. Vollkommene R. bei gleichzeitiger vollkom-

mener Lichtstreuung wird theoretisch durch die „vollkommen matt-weiße Fläche“ erreicht. Das Verhältnis des zurückgeworfenen zum auffallenden Lichtstrom dient als Maß und heißt *Reflexionsgrad*.

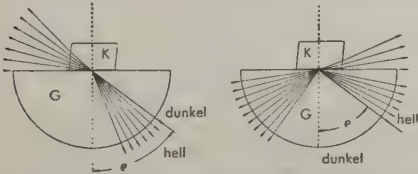
Reflexionsnebel, → interstellare Materie.

Refraktion, die Brechung der Lichtstrahlen, insbes. von Gestirnen in der Erdatmosphäre. Im Zenit erleidet ein Gestirn keine R., im Horizont hebt die R. ein Gestirn um $36' 34''$.

Refraktometer, opt. Instrument zur Bestimmung der Brechzahl (→ Brechung) opt. Körper, oft unter Benutzung der Totalreflexion wie z. B. beim R. nach ABBE oder bei dem in der Kristallographie gebräuchl. Totalreflektometer (BILD 1) für Flüssig-

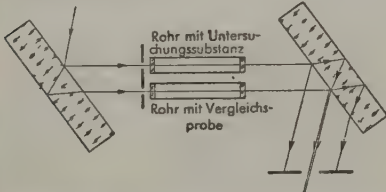


regelmäßige Körper: 1 Tetraeder, 2 Würfel, 3 Oktaeder, 4 Dodekaeder, 5 Ikosaeder.



Refraktometer 1: Totalreflektometer: links Lichtfall vom Kristall K aus „streifende Inzidenz“, rechts durch die Glashalbkugel G „schräge Inzidenz“. Der Grenzwinkel ρ der Totalreflexion wird mit einem Fernrohr beobachtet und an einem Teilkreis abgelesen.

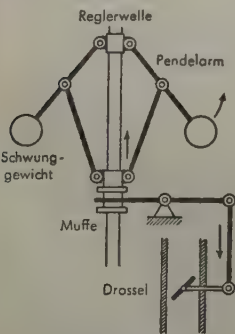
keiten. Interferenz-R. dienen zur Messung kleiner Brechzahlunterschiede, z. B. bei Gasen, oder zur Beobachtung der räuml. Verteilung von Brechzahlunterschieden durch Vergleich des opt. Weges zweier paralleler Strahlenbündel. Benutzt wird entweder die → Interferenz an zwei Spalten oder eine ähnl. Anordnung (Arago-Rayleigh-Löwe-Interferenz-R.) oder die Interferenz an zwei gleichen Glasplatten nach JAMIN (BILD 2).



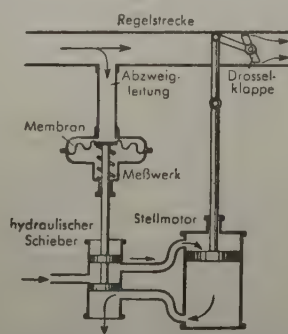
Refraktometer 2: Interferenz-Refraktometer nach Jamin

Refraktor, ein → Fernrohr mit achromat. Objektiv, hauptsächlich für astronom. Beobachtungen.

regelmäßige Körper, platonische Körper, die fünf konvexen Vielflächner (Polyeder), die von kongruenten, regelmäßigen Vielecken begrenzt werden.

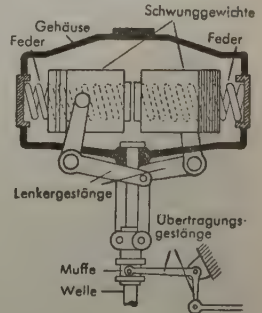


Fliehkraftregler



Hydraulisch arbeitender Druckregler (Zustand: zu wenig Druck)

Regelung



Federregler (Flachregler)

Namen, Anzahlen der Flächen (f), der Ecken (e) und der Kanten (k) jedes Körpers und die Formen der Körper begrenzenden regelmäßigen Vielecke vgl. ÜBERSICHT.

Körper	f	e	k	Oberflächenteile
Tetraeder, Vierflächner	4	4	6	gleichseitige Dreiecke
Würfel, Hexaeder, Sechsfächner	6	8	12	Quadrat
Oktaeder, Achtfächner	8	6	12	gleichseitige Dreiecke
Dodekaeder, Zwölfelächner	12	20	30	regelmäßige Fünfecke
Ikosaeder, Zwanzigflächner ..	20	12	30	gleichseitige Dreiecke

Regelung, eine bestimmte Einwirkung auf natürliche oder techn. Vorgänge, die deren ungestörten Ablauf durch Einhaltung bestimmter Größenwerte mit möglichst geringen Schwankungen gewährleisten soll.

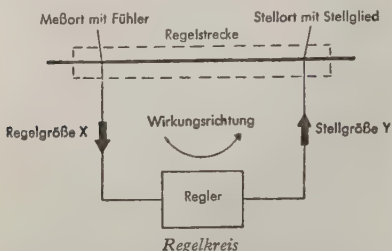
Einfachste techn. R. nimmt der Mensch mit der Hand vor (Hand-R.).

Der Wirkungsablauf einer selbsttätigen R. geht in einem geschlossenen Regelkreis vor sich, der aus der Regelstrecke (z. B. Industrieofen) und dem Regler besteht. Der Regler mißt mit einem Fühler (z. B. Thermoelement) am Meßort die einzuhaltende Regelgröße (z. B. Temperatur). Weicht diese wegen einer Störgröße (z. B. Einbringen kalten Gutes) vom Sollwert ab, liegt also eine Regelabweichung vor, so wirkt der Regler mit seiner Stellgröße (z. B. Luftdruck) am Stellort (z. B. Gaszuleitung) auf ein Stellglied (z. B. Gasventil) ein. Jeder Regler regelt nur die Größe, die er mißt. Im Beispielfall müßte daher ein zweiter Regler, auf Grund des veränderten Gas-

Regen - Registriergerät

durchflusses als Führungsgröße, als Folge-R. die Klappen für die Verbrennungsluft einstellen (*Gemisch-R.*).

Bei *Zweipunktreglern* kann die Stellgröße nur auf jeweils bestimmte Werte eingestellt werden, z. B. „Ein“ - „Aus“, „Dreieck“ - „Stern“ - „Aus“ bei



drehstromgeheizten Öfen. Bei *stetigen Reglern* kann die Stellgröße dagegen innerhalb des Stellbereiches jeden Wert annehmen, und es stellt sich ein Beharrungszustand ein. Die Regelabweichung kann integral (Stellgröße proportional dem Zeitintegral, *I-Regler*) oder proportional (Stellgröße proportional der Abweichung, *P-Regler*) beeinflusst werden; eine Vereinigung beider Reglerarten ist der *PI-Regler*, bei dem auch die Geschwindigkeit der Regelgrößenänderung die Stellgröße beeinflusst.

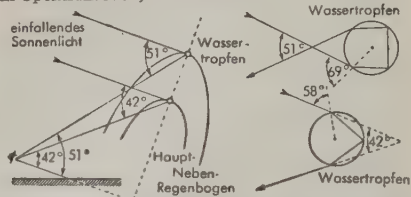
Elektrische Regler wirken meist auf einen Stellmotor. Ihnen wird der Meßwert der Regelgröße unmittelbar vom elektr. Meßfühler oder mittelbar nach Umsetzung, z. B. mit elektr. Druckmeßwertumformer, mit Ringrohr oder mit induktivem Ferngeber, zugeführt. *Diskontinuierliche elektr. Regler* sind die auf der Wärmeausdehnung beruhenden Ausdehnungsregler, bei denen ein Schalter unmittelbar betätigt wird, und die Druckbühlregler, die nach dem Fallbügelprinzip arbeitend das Meßergebnis in Zeitabständen abtasten und elektr. Stellglieder betätigen. *Kontinuierliche elektr. Regler* sind die Magnetkregler, bei denen magnet. Verstärker ausgenutzt werden, und die mit Röhrenverstärkern arbeitenden induktiven Regler. Beide wirken über elektr. Stellglieder. *Elektropneumatische Reglern* wird der Meßwert der Regelgröße elektrisch zugeführt, *pneumat. Reglern* dagegen als ein dem Meßwert verhältnismäßiger Druck im Bereich von 0 bis 1 atü oder als Druckdifferenz. Beide Reglerarten arbeiten kontinuierlich und verstellen pneumatisch Stellglieder mit der Hilfskraft Druckluft. *Mechan. Regler* nützen die Fliehkraft oder das Beharrungsvermögen umlaufender Massen zur Verstellung der Steuerung aus. Bei *Oldruck-Reglern* sowie bei mit Druckluft oder Druckgas betätigten Reglern wird der von einer Pumpe erzeugte, sich mit der Leistung oder Drehzahl der Maschine ändernde Öl- oder Luftdruck zur Verstellung der Steuerung benutzt.

O. SCHÄFER: Grundlagen der selbsttätigen R. (*1961); W. OPPELT: Kleines Hb. techn. Regelvorgänge (*1960).

Regen, häufigste flüssige Form des atmosphär. → Niederschlags; Tropfendurchmesser 0,5–5 (selten bis 7) mm, Fallgeschwindigkeit 3–8 m/s. Der R. wäscht die Luft aus und enthält daher chem. Spurenstoffe, bes. Stickstoffverbindungen; wegen des geringen Kalkgehalts ist Regenwasser besonders weich. Bei Anwesenheit von Pollen, Wüstenstaub oder Mikroorganismen kann der Regen (selten) auch gefährlich auftreten (*Schwefel-, Blutregen*).

Regenbogen entsteht, wenn die im Rücken des Beobachters stehende Sonne eine vor ihm befindl. Regenwolke oder -wand bescheint. Er besteht aus einem in den Spektralfarben leuchtenden Bogen von etwa 42° Halbmesser (*Haupt-R.*), oft auch noch aus einem zweiten, lichtschwächeren von 51° Halbmesser (*Neben-R.*); zuweilen schließen sich *sekundäre Bögen* an. Der gemeinsame Mittelpunkt liegt auf einer vom Sonnenmittelpunkt durch das Auge des

Beobachters gehenden Geraden. Beim Haupt-R. liegt Violett innen, Rot außen, beim Neben-R. umgekehrt. Der R. entsteht durch Brechung (Zerlegung in Spektralfarben) und Reflexion der Sonnenstrahlen



Regenbogen: links Entstehung des Haupt- und Nebenregens, rechts Brechung und Reflexion des Lichts in den einzelnen Wassertropfen (vergr.). – Nach R. W. Pohl, Einf. in die Physik

len in den einzelnen Regentropfen; einmalige Reflexion im Innern der Tropfen ergibt den Haupt-, zweimalige den Neben-R. Fast weißes R., bei denen die Tropfen einen Durchmesser von höchstens 0,05 mm haben, heißen auch *Nebelbögen*.

Regenerativgasfeuerung, *Regenerativbeheizung*, Umschaltfeuerung zur Vorwärmung von Gas und Luft durch Ausnutzung der Abgaswärme in Schmelzöfen. Die Verbrennungsluft wird auf 1000 bis 1200°C erhitzt. Mit der R. werden Ofen-Temperaturen von 1700°C erreicht (FRIEDRICH SIEMENS 1856).

Regenmesser, *Hyetometer*, Niederschlagsmesser, → Niederschlag.

Regionalmetamorphose, Umbildung von Gesteinen und ihren Mineralien in tieferen Zonen der Erdkruste durch hohen Gebirgsdruck, hohe Temperatur und Wasserdampf im überkritischen Zustand; sie erstreckt sich über große Gebiete.

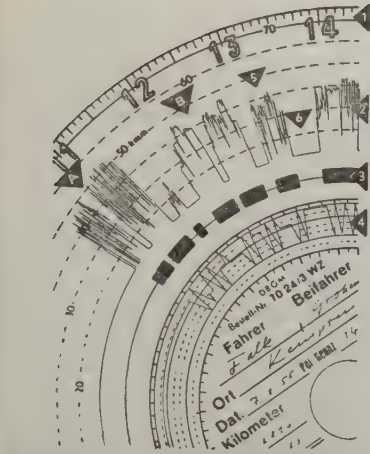
Registertonne, abgekürzt Reg.-T. oder RT, Raummaß zur Bestimmung des Raumgehalts von Schiffen = 2,8316 m³. *Brutto-R.*, abgekürzt *Br.-Reg.-T.* oder *BRT*, gesamter Vermessungsraum des Schiffs, also einschließlich der Kessel- und Maschinenräume, Unterkünfte für die Besatzung usw.; *Netto-R.*, abgekürzt *N.-Reg.-T.* oder *NRT*, abgabepflichtiger Vermessungsraum, also ohne die oben genannten Räume. *BRT* und *NRT* haben mit Verdrängungs- (→ Wasserverdrängung) und Tragfähigkeitsangaben nichts zu tun.

Registrierballon, unbemannter Ballon mit meteorolog. Schreibgeräten, heute durch die → Radiosonde ersetzt.

Registriergerät, Meßgerät zum Aufzeichnen von Meßwerten in Abhängigkeit von der Zeit. Außer dem Meßwerk enthalten R. einen Antrieb (Uhrwerk oder Synchronmotor) für den Vorschub des Papiers. Dieses wird entweder als Mantel eines Zylinders (wie beim Barographen) oder als kreisförmige Scheibe gedreht (Kreisblattschreiber, *BILD*), oder als am Rande gelochter Streifen mit Stiftenrädern von einer Vorratsrolle abgezogen und, nachdem es über einen Papiertisch geführt ist, wieder aufgerollt. Wird der das Schreiborgan führende Arm in der Ebene des Papiers geschwenkt, wie beim Kreisblattschreiber, so werden die Meßwerte in einem Koordinatensystem aufgezeichnet, dessen Meßwertachse Teil eines Kreisbogens ist. Beim Kreisblattdiagramm ist auch die Zeitachse kreisförmig. Bei R. mit ablaufendem Papierstreifen werden die Meßwerte mit Schenkelruler, Ellipsenruler oder mit anderen mechan. Mitteln geradlinig rechtwinklig zur Zeitachse aufgetragen. Aufgezeichnet wird mit Metallstift auf gewachstes oder berußtes Papier, mit Tintenfeder auf schreibfestes Papier, mit an elektr. Spannung gelegtem Stift auf metallisiertes Papier, dessen Schicht an der Berührungsfläche durchbrennt, ferner durch Abdruck in regelmäßigen Zeitabständen.

R. für schnell verlaufende Vorgänge sind die → Oszillographen.

A. PALM: Registrierinstrumente (*1959); K. HAIN: Feinwerktechnik (1953).



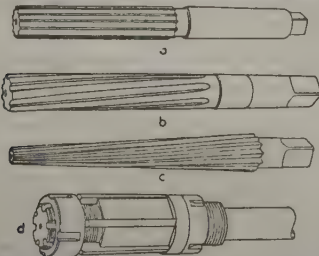
Registriergerät: Teil einer Diagrammscheibe eines Fahrtschreibers (Kienzle); 1 Uhrzeit, 2 Geschwindigkeitskurve, 3 Fahrzeiten, 4 gefahrene Kilometer, 5 Fahrprogramm, 6 Haltezeiten. A Unwirtschaftliche, B wirtschaftliche Fahrweise.

Registrierkasse, Kontrollkasse, Ladenkasse mit Buchungs-, Rechen- und Sicherungseinrichtungen. Die R. addiert jeden eingenommenen Betrag in eins der Kontenaddierwerke und in ein Gesamtaddierwerk, druckt ihn als Quittungsvermerk auf den Kassenzettel und zugleich auf den Kontrollstreifen. Das Gesamtaddierwerk zeigt den Kassenbestand an. Die *Buchungs-R.* enthält eine vollständige → Buchungsmaschine und schreibt mehrere ausführl. Rechnungsbelege.

Reglette, schmale Bleistreifen für den → Durchschuß.

Regression, Rückzug des Meeres aus einem bisher marinen Sedimentationsgebiet. Gegensatz: *Transgression*.

reiben, Verfahren der spanenden Formung zur Steigerung der Maßhaltigkeit und Oberflächengüte bes. von zylindr. und kegelförmigen Bohrungen in Werkstücken. Als Werkzeug dient die *Reibahle*; sie trägt



reiben: a Reibahle mit zylindrischem Schaft und geraden Nuten; b Reibahle mit zylindrischem Schaft und schraubenförmig gewundenen Nuten; c kegelförmige Reibahle; d Maschinen-Reibahle mit nachstellbaren Schneiden.

am Umfang mehrere Schneiden, im Ausnahmefall nur eine (*Einzahnreibahle*), die entweder geradlinig oder schraubenförmig gewunden sind und bei der *verstellbaren Reibahle* dem Durchmesser angepaßt werden können.

Reibräder, Reibungsräder, Friktionsräder, MASCHINENBAU: zylindrische, kegel- oder kugelförmige Räder mit glatten Umfangflächen, werden so gegeneinander gepreßt, daß durch die entstehende Reibung die Übertragung von Kräften oder Drehmomenten

möglich wird; benutzt als Wechsel- und Wendegetriebe zum Antrieb von Schraubenpressen, *Kegel-R.* auch als stufenlos regelbare Getriebe. *Antifriktionsräder* sind Rollen, die, zwischen gegeneinander verschiebbare Körper gelegt, die gleitende Reibung durch rollende ersetzen.

Reibung, die Hemmung der relativen Bewegung sich berührender Körper (*äußere R.*) oder von Teilen eines Körpers gegeneinander (*innere R.*), beruht bei festen Körpern vorwiegend auf mikroskop. Unebenheiten, bei der R. von Flüssigkeiten an Gefäßwänden auf der → Adhäsion.

Wenn ebene Flächen fester Körper aufeinander gleiten, tritt *Gleitreibung* (*Gleitung*) auf. Die in der Berührungsebene liegende Reibungskraft ist der Kraft, mit der die Körper gegeneinander gedrückt werden, annähernd proportional (*Coulombsches Reibungsgesetz*); sie ist in der Ruhelage am größten und nimmt mit wachsender Geschwindigkeit ab. Die Proportionalitätskonstante heißt *Reibungskoeffizient*.

Die *Rollreibung* beruht auf der mit der Rollbewegung fortschreitenden Deformation der Fläche.

Die *Haftreibung* ist die Mindestkraft, die erforderlich ist, um das Gleiten einer ebenen Fläche auf einer anderen einzuleiten. Die Haftreibung ermöglicht den festen Halt von Nägeln und Schrauben, das Gehen auf ebenen und geneigten Flächen sowie den Antrieb selbstfahrender Räderfahrzeuge.

Innere R., → Viskosität.

Reibungselektrizität, Triboelektrizität, entgegengesetzte elektr. Aufladung zweier Körper durch innige Berührung (Reiben). Nach dem *Coulombschen Aufladungsgesetz* läßt sich bei Berühren eines festen und eines flüssigen Körpers die Substanz mit der größeren Dielektrizitätskonstante positiv auf.

Reibungsgesperr, → Sperrgetriebe.

Reif, Niederschlag aus feinen Eisteilchen, die sich am Boden oder an festen Gegenständen (besonders an isolierten, stark wärmeausstrahlenden Oberflächen mit geringer Wärmeleitfähigkeit) aus dem Wasserdampf der umgebenden Luft absetzen, wenn die Temperatur unter 0°C sinkt. Formen: *Rauhreif* (Bildungstemperatur -10°C), feine nadel- oder blattförmige Kristalle; *Rauhrost* (-4°C), schneeweiße (lufthaltige), faserige Zapfen; *Rauheis* (-1°C), amorphe Bildungen aus klarem oder grauem Eis. R.-Bildungen wachsen stets dem Winde entgegen; Wachstumsgeschwindigkeiten bis zu mehreren cm/h.

Reifen, → Luftreifen.

Reihe, MATHEMATIK: eine Folge endlich oder unendlich vieler Glieder, die durch das Zeichen + verknüpft sind: $a_1 + a_2 + a_3 + \dots$; die Glieder können Zahlen oder Funktionen einer Veränderlichen sein. Bei unendlich vielen Gliedern definiert man als Summe s den Grenzwert der Folge $s_1, s_2, s_3, \dots$ der *Partiellsommen* $s_n = a_1 + a_2 + \dots + a_n$, wobei s_n die Summe der ersten n Reihenglieder ist. Hierbei wird vorausgesetzt, daß die R. *konvergiert*, d. h. dieser Grenzwert existiert (z. B. die R. $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots$, in der die Summe die Zahl 1 ist). Dagegen *divergiert* z. B. die Reihe $2 + 4 + 8 + 16 + \dots$

Geometrische Reihen haben die Gestalt $a + a \cdot q + a \cdot q^2 + \dots$, wobei sich jedes Glied aus seinem Vorgänger durch Multiplikation mit der Zahl q ergibt. Eine geometr. R. konvergiert genau dann, wenn die reelle Zahl q zwischen -1 und +1 liegt; ihre Summe ist dann $a \cdot (1 - q)^{-1}$. Bei einer *arithmetischen R.* ist die Differenz zweier aufeinander folgender Glieder immer dieselbe.

REIHENTWICKLUNGEN VON FUNKTIONEN. Viele für die Mathematik und ihre Anwendungen wichtige Funktionen lassen sich darstellen als Summen von R. (lassen sich in R. entwickeln). Als bes. nützlich erweisen sich die *Potenzreihen* $c_0 + c_1 x + c_2 x^2 + \dots$. Wenn die Funktion $f(x)$ in einer Umgebung der Stelle x_0 beliebig oft differenzierbar ist, läßt sie sich mitunter in eine nach Potenzen von $x - x_0$ fortschreitende R. entwickeln (*Taylor-R.*). Die Koeffizienten c_i hängen dann sehr einfach mit den Differentialquotienten von $f(x)$ an der Stelle x_0 zusammen. Für $x_0 = 0$ ergibt sich die *Potenzreihe* $c_0 + c_1 x +$

$c_n x^n + \dots$ (Mac Laurinsche R.). Wenn $f(x)$ periodisch ist, verwendet man mit großem Erfolg *Fourierreihen*:

$c_0 + c_1 \cos x + d_1 \sin x + c_2 \cos 2x + d_2 \sin 2x + \dots$
H. v. MANGOLD u. K. KNOPP: Einführung in die höhere Mathematik, Bd. 2 (*1956); H. MESCHKOWSKY: Unendl. R. (1963).

Reihenschlußmaschine, eine elektr. Maschine, bei der die Erregerdurchflutung vom Ankerstrom erzeugt wird, → Elektromotor, → Generator.

Reißfeder, Ziehfeder, ein Zeichengerät zum Ausziehen einer Bleistift-Zeichnung mit Tusche. Bei der *Punktier-R.* hebt und senkt ein Zahnrad die R. in regelmäßigen Abständen, so daß punktierte und gestrichelte Linien gezogen werden können; beim *Tusche-Füllhalter* sind Federn und Zirkel einstückig auswechselbar.

Ein vollständiger Satz von R. und Zirkeln für techn. und geometr. Zeichnungen bildet ein *Reißzeug*.

Zum Ziehen gerader Linien benutzt man das *Reißdreieck*, den *Winkel*, ein *Dreieck* aus Holz, Metall oder Kunstharzpreßstoff, meist mit Winkeln von 90° und $2 \times 45^\circ$ oder 90° , 60° und 30° ; für Sonderzwecke werden auch Vierecke verwendet. Parallele gerade Linien werden mit der *Reißschiene* gezogen, einem Lineal mit Querleiste an einem Ende, die an die Kante des *Reißbretts* angelegt und an ihr entlang verschoben wird.

Reißlänge, **WERKSTOFFPRÜFUNG**: Maß für die Zerreißfestigkeit von Garnen und Papier; die Länge, bei der ein frei aufgehängter Faden oder Papierstreifen infolge seines Eigengewichtes reißt.

Reißverschluß, Verschlußvorrichtung, bei der an zwei Webbändern Verschlußstücke, die Krampe, befestigt sind, die Vertiefungen an ihrer Unterseite und Erhebungen an ihrer Oberseite besitzen und wechselseitig ineinandergreifen. Die Kupplungsteile greifen beim geschlossenen R. paarweise ineinander. Öffnen und Schließen des R. bewirkt das Herzstück des Schiebers, das die beiden Zahnketten gegeneinander verdreht und dadurch das In- und Auseinanderhaken ermöglicht. *Gleitverschlüsse* arbeiten mit Wendeln an Stelle der Zahnketten. *Wasserdichte R.* werden aus Kunststoffen gefertigt; durch den Schieber werden zwei keilförmige Nutenpaare ineinandergeschoben.

Reißwolle, *Altewolle*, früher „Kunstwolle“, wird durch Zerfasern von Garn- und Neutuchabfällen sowie aus Lumpen gewonnen und nach dem Streichgarnverfahren erneut versponnen. Man unterscheidet: *Shoddy* (gut erhalten), *Thybet* (Mittelsorte), *Mungo* (stark geschädigt) und *Alpakka* (aus Halbwoollenen).

Reißzeug, → Reißfeder.

Reiterlehre, ein Meßwerkzeug mit Feintaster zur Durchmesserbestimmung zylind. Teile, wird mit 2 V-förmigen Backen auf das Werkstück aufgesetzt.

Reitmair-Aufsatz, *Reitmayer-Aufsatz*, Glasgerät, das bei Wasserdampfdestillationen zwischen Kolben und Kühler geschaltet werden kann, um das Mitreißen anderer Substanzen zu vermeiden.

Rekombination, die Wiedervereinigung von Ionen untereinander oder mit Elektronen zu neutralen Atomen oder Molekülen.

Rekristallisation, die Neuordnung der Kristallite verformter metallischer Werkstoffe oder auch

Mineralien; tritt in kaltverformten und dadurch verfestigten Gefügen durch anschließende Wärmebehandlung ein.

H. BORCHERS: Metallkunde, 2 Bde. (*1959–62).
Rektasension, gerade Aufsteigung, → astronomische Koordinaten.

Rektifikation, 1) **CHEMIE**: Trennung von Flüssigkeitsgemischen durch wiederholte Gleichgewichtseinstellung zwischen Flüssigkeits- und Dampfphase bei fraktionierter → Destillation.
2) **MATHEMATIK**: Ermittlung der Bogenlänge einer krummen Linie.

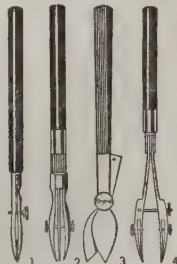
Rekuperator, Wärmeaustauscher aus zwei parallel laufenden Systemen von möglichst dünnwandigen Kanälen, Rohren oder Lamellen. In dem einen System strömt das Wärme- oder Kühlmittel, in dem anderen das zu erwärmende oder zu kühlende Gut (Gas oder Flüssigkeit) im Gleichstrom oder im Gegenstrom („Gegenströmer“). Anwendungsgebiete: Ausnutzung der Abgaswärme in Feuerungen und der Kälte in Luftzerlegungsanlagen.

Relais, ein durch eine meist geringe elektr. Steuerleistung betätigtes elektr. Schaltgerät für verhältnismäßig geringe Schaltleistung mit nicht mehr als drei Schaltstufen. Bei den am häufigsten verwendeten *elektromagnet. R.* zieht ein vom Steuerstrom erregter Elektromagnet einen beweglich gelagerten Anker an, der durch seine Bewegung Lokalelektromagnetkontakte öffnet oder schließt. R. wurden zuerst (1837) in der Telegraphie verwendet, um durch die im Rhythmus der Telegraphierzeichen ankommenden schwachen Linienströme den Empfangsapparat an eine starke Lokalbatterie zu legen. In der Fernsprech-Wähltechnik werden zahlreiche R. zum Aufbau der Verbindung, zum Prüfen, Durchschalten, Sperren und Zählen benutzt. *Schwachstrom-R.* arbeiten mit Silber- (Palladium-) oder Wolframkontakten, *Starkstrom-R.* (Schütze) mit Wolfram-, Quecksilber- oder Kupferklotzkontakten. *Gepolte (polarisierte) R.* sprechen auf Stromrichtung an; bei *Verzögerungs-R.* besteht eine verschiedene große Zeitdifferenz zwischen R.-Erregung und Kontaktgabe. *Überstrom-R.* sprechen an, wenn der Strom einen eingestellten Höchstwert überschreitet, *Unterspannungs-R.*, wenn die Spannung einen Minimalwert unterschreitet. 2 R. können sich gegenseitig so steuern, daß ein Stromkreis rhythmisch geöffnet und geschlossen wird (*R.-Unterbrecher*). Neben elektromagnet. R. gibt es noch *thermische R.* mit Bimetallstreifen, *Photo-R.*, bei denen eine Photozelle oder Halbleiter-Diode durch Belichtung entspernt wird u. a. – R. im weiteren Sinne sind alle steuerbaren Ionen- und Elektronenröhren, z. B. gittergesteuerte → Thyatronen u. dgl.

M. ERICH: Relaisbuch (*1959).

Relaisstation, auf erhöhtem Geländepunkt aufgestellte Funkstation für sehr kurze Wellen (Ultraschall-, Dezimeter-, Mikrowellen) mit Empfangs- und Sendeanlage, um das von einem Sender oder einer anderen R. zugestrahlte Programm aufzufangen und durch eine Sende-Richtantenne weiterzusenden. Derartige R. sind zur Überbrückung großer Entfernungen in entspr. Zahl notwendig, da Ultraschallwellen und kürzere Wellen praktisch nur bei optischer Sicht zwischen Sende- und Empfangsstation empfangen werden können.

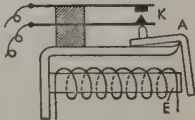
Relativitätstheorie, neben der Quantentheorie die bedeutendste physikal. Theorie des 20. Jahrh. Der Haupturheber sowohl der „speziellen R.“ (1905) als auch der „allgemeinen R.“ (1915) ist A. EINSTEIN. An ihrer Fortentwicklung sind zahlreiche Physiker und Mathematiker beteiligt. Die *spezielle R.* liefert eine zusammenhängende Aufklärung für eine Reihe von paradoxen Erscheinungen, die sich bei Untersuchungen sehr schneller Bewegungen ergeben hatten. Den Ausgangspunkt bildete



Reißfeder: 1 gewöhnliche R., 2 dreizungige R. für starke Striche, 3 R. mit breiter Zunge für lange Striche, 4 Doppel-R.



Reißverschluß



Relais; A Anker, E Elektromagnet, K Kontakt.

das schon in der Newtonschen Mechanik erkannte *Relativitätsprinzip*, nach welchem es unmöglich ist, durch mechanische Experimente zu entscheiden, ob man in „absoluter Ruhe“ oder in gleichförmig geradliniger Bewegung ist; nur unsere relative Bewegung gegenüber anderen Körpern können wir beobachten. Der Begriff der absoluten Ruhe oder Bewegung ist danach als sinnlos zu bezeichnen. Dies gilt jedoch nur für unbeschleunigte geradlinige Bewegung; die Drehbewegung der Erde dagegen können wir nicht nur als relative Bewegung zum Fixsternhimmel beobachten, sondern auch ohne Astronomie aus mechan. Wirkungen erkennen: im Foucaultschen Pendelversuch, in der Mechanik der Windvorgänge u. a. Solange man glaubte, daß das Licht eine Wellenbewegung in einem feinen Medium (dem „Äther“) sei, mußte man erwarten, daß durch optische (oder allg. elektromagnet.) Experimente die Bewegung der Erde relativ zum Äther ermittelt werden könnte. Die Ausführung solcher Experimente (bes. FIZEAU 1851, MICHELSON 1881) hat das Gegenteil erwiesen; auch eine Bewegung relativ zum Äther kann nicht beobachtet werden; es zeigt sich dagegen das paradoxe Ergebnis, daß das von einem Stern zu uns kommende Licht relativ zu uns stets die gleiche Geschwindigkeit $c = 3 \cdot 10^{10}$ cm/s besitzt, einerlei, ob wir dem Licht entgegenlaufen oder nicht. Nur die Wellenlänge des Lichts ändert sich dadurch (→ Doppler-Effekt). Die empirische Tatsache der „Konstanz der Lichtgeschwindigkeit“ (im leeren Raum) ist so paradox, daß sie nur durch eine tiefgehende Kritik unserer Begriffe von Raum und Zeit aufgeklärt werden konnte. EINSTEIN relativierte daher den Begriff der *Gleichzeitigkeit*: Wenn zwei Ereignisse, die sich in weiter räuml. Entfernung voneinander abspielen (etwa auf der Erde und auf dem Sirius), darauf geprüft werden sollen, ob sie gleichzeitig geschehen, so hat der Beobachter dazu einen Austausch von Lichtsignalen mit den Orten der Ereignisse auszuführen. Das bedingt aber, daß das Urteil „gleichzeitig oder nicht gleichzeitig“ innerhalb gewisser Grenzen davon abhängig ist, wie der Beobachter sich relativ zur Erde oder zum Sirius bewegt: Gleichzeitigkeit ist ein relativer Begriff. Von hier aus, unter folgerichtigem Festhalten des Prinzips der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, gelingt es, die paradoxen experimentellen Erfahrungen einheitlich zu verstehen; jedoch muß man sich abfinden mit so überraschenden Feststellungen wie der, daß auch Längen- und Zeitmaße relativ, d. h. vom Bewegungszustand des Beobachters abhängig sind. Die Meßergebnisse eines bestimmten Beobachters werden in die entsprechenden anderen Meßergebnisse eines relativ zu ihm mit der Geschwindigkeit v bewegten Beobachters umgerechnet, und zwar nicht mehr nach den klassischen Formeln der *Galilei-Transformation*, $x = x' + vt$, $y = y'$, $z = z'$, $t = t'$, sondern nach denen der *Lorentz-Transformation*: $x = (x' + vt')\beta$, $y = y'$, $z = z'$, $t = (t' + vx'/c^2)\beta$, wobei $\beta = 1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$ ist. Daraus folgt z. B., daß zwei sich mit Geschwindigkeiten u und v entgegenlaufende Körper (etwa Raumschiffe) relativ zueinander nicht die Geschwindigkeit $w = u + v$ haben, sondern $w = (u + v)/(1 + \frac{uv}{c^2})$ (*Additionstheorem der Geschwindigkeiten*); nur bei „langsamer“ Bewegung, d. h. wenn u und v sehr klein gegenüber der Lichtgeschwindigkeit c sind, gilt die alte, unserer gewohnten Raum-Zeit-Vorstellung entsprechende Formel. Uns entgegenkommendes Licht mit $v = c$ behält immer die Relativgeschwindigkeit $w = c$, unabhängig von unserer Geschwindigkeit u . Folgerungen aus der Lorentz-Transformation sind 1) die *Lorentzkontraktion*: ein bewegter Körper ist in der Bewegungsrichtung verkleinert gegenüber seiner vom mitbewegten Beobachter gemessenen Ausdehnung; 2) die *Zeitdilatation*: der Gang einer bewegten Uhr ist für ruhende Beobachter langsamer als für mitbewegte Beobachter. Zu den grundsätzlichen Ergebnissen der speziell-

len R. gehört die Feststellung, daß es in der Natur keine Bewegung geben kann, deren Geschwindigkeit größer als c wäre. Deshalb verlangt die R. auch, daß es nur *Nahewirkung* gebe, d. h. daß jeder physikal. Vorgang nur durch Vermittlung einer sich höchstens mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitenden Wirkung auf andere, räumlich entfernte Vorgänge einwirken könne. Damit hat die R. dem leitenden Gedanken der → Maxwell'schen Theorie der Elektrizität eine tiefere Begründung und Rechtfertigung gegeben. Darüber hinaus hat sich gezeigt, daß die Maxwell'sche Theorie, soweit sie nicht die Vorgänge in der Materie mit berücksichtigt, im Einklang mit der R. steht; dagegen bedarf die Mechanik in ihrer klassischen, auf NEWTON zurückgehenden Fassung gewisser Veränderungen, um mit der R. in Einklang zu kommen. Diese Veränderungen sind jedoch nur dann von Belang, wenn es sich um *schnelle* Bewegungen handelt, so daß die Lichtgeschwindigkeit ihnen gegenüber nicht mehr praktisch unendlich groß ist. Insbes. wird die Masse m eines bewegten Körpers abhängig von seiner Geschwindigkeit v , gemäß der Formel $m = m_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2}$. Das wichtigste Ergebnis dieser *relativistischen Mechanik* ist die Feststellung, daß die Masse mit dem *Energieinhalt* zusammenhängt: Einer Masse m entspricht stets eine Energie $E = mc^2$ und umgekehrt. Diese Erkenntnis ist von grundlegender Bedeutung für die Physik der Atomkerne und hat den Weg zur Gewinnung von Atomenergie gewiesen.

Die *allgemeine R.* erstrebt eine noch umfassendere Durchführung des Relativitätsprinzips; nach EINSTEIN kann dieses auch für beschleunigte Bewegungen aufrechterhalten werden, wenn man *Gravitationsfelder* mit in Betracht zieht. Dadurch wurden erstmalig in der Theorie der Gravitation Fortschritte über die von NEWTON erreichten Erkenntnisse hinaus angebahnt. Die Ausführung dieses Gedankens erforderte einen grundsätzlichen Verzicht auf die euklidische Geometrie, die auf den physikal. Raum nach EINSTEIN nur angenähert anwendbar ist; das Vorhandensein von Gravitationsfeldern bedingt eine (von Ort zu Ort wechselnde) „Krümmung“ des Raums. Im Gegensatz zur speziellen R., die für eine Fülle experimenteller Tatsachen Aufklärung bringt, hat die allgemeine R. nur in einigen wenigen Punkten zu empirisch prüfbareren Folgerungen geführt. Wegweisende Anregungen hat sie jedoch gebracht für die *Kosmologie*, die Erforschung des → Weltalls, indem sie EINSTEIN die Unterlagen gab für seine Vermutung, daß der kosmische Raum ein geschlossener, endlicher (nicht euklidischer) Raum sei.

H. WEYL: Raum, Zeit, Materie (1918); A. EINSTEIN: Über die spezielle und allgemeine R. (*1960); ders.: Grundzüge der R. (*1960); A. ST. EDDINGTON: R. in mathemat. Behandlung (1925); M. v. LAUE: Die R., 2 Bde. (1: *1961, hg. v. F. BECK, 2: *1956); P. JORDAN: Schwerkraft und Weltall (*1955); W. WESTPHAL: Die R. (1955).

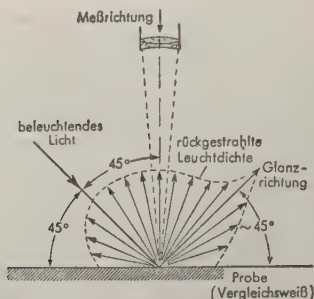
Relaxation, die durch innere → Reibung verzögerte Annahme des neuen Gleichgewichtszustandes bei Einwirkung oder Aufhebung äußerer Kräfte; praktisch bedeutsam z. B. bei Gläsern und Kunststoffen.

Reluktanz, der magnet. Widerstand. R.-Motor, ein Synchronmotor, → Elektromotor.

Remission, LICHTTECHNIK: Rückwerfung des Lichtes an undurchsichtigen Flächen. Der R.-Grad ist das Verhältnis der Leuchtdichte der remittierenden Fläche zu der der vollkommen matten weißen Fläche.

Reprocessing, chem. Aufarbeitung bestrahlter Kernreaktorbrennstoffe.

Reproduktionstechnik, Sammelbegriff für alle Verfahren zur Wiedergabe von ebenen Originalen mit Hilfe photographischer, photomechanischer oder photograph. und chemigraph. Verfahren (*Reproduktionsverfahren*), → Autotypie, → Buchdruck, → Chemigraphie, → Druckverfahren, → Farben-druck, → Holzschnitt, → Kupferstich, → Lichtphase, Modelldruck (→ Model), → Photographie, → Photo-



Remission und Normalfall der Bestimmung des Remissionsgrades (Leuchtdichte – Indikatrix)

kopie, → Raster, → Siebdruck, → Stahlstich, → Stein-druck.

Reservedruck, Schutzdruck, ein Textildruck-verfahren, bei dem die mit Schutzpasten muster-gemäß bedruckten Stellen bei der folgenden Fär-bung keinen Farbstoff annehmen, also „reserviert“ bleiben.

Resinole, kristallisierende alkoholische oder phenolische Verbindungen, die frei oder verestert in den Harzen vorkommen.

Resistanz, → Widerstand.

Resistin, eine Legierung mit rd. 87 % Cu, 11 % Mn, 2 % Fe mit sehr kleinen Gehalten von Si, Sn, Pb; wird wegen seines spez. Widerstandes von 0,51 Ohm · mm²/m bei 15°C und wegen seines kleinen Temperaturkoeffizienten als elektrisches Widerstandsmaterial verwendet.

Resit, Resol, → Kunststoffe.

Resonanz, urspr. das Mitschwingen, allgemein das starke Mitschwingen von Systemen mit schwach gedämpften Eigenschwingungen, wenn sie durch relativ schwache äußere Kräfte erregt werden mit einer Frequenz, die einer Eigenfrequenz des Systems be-nachbart ist. Resonanzfähig sind u. a. Metall- und Glasstücke, gespannte Saiten (*Resonanzsaiten*, *Ali-quotsaiten*) verschiedener Saiteninstrumente und eingeschlossene Luft (z. B. in der Mundhöhle, in Flaschen). In der QUANTENMECHANIK spricht man von R. bei Systemen mit entarteten oder dicht be-nachbarten Eigenwerten. In der ELEKTROTECHNIK heißt R. das Mitschwingen eines Schwingungskreises mit einem erregenden Sender, wenn seine durch Kapazität und Induktivität bestimmte Frequenz mit der des Senders übereinstimmt. ELEMENTAR-TEILCHENTHEORIE: → Massenresonanzen.

Resonator, Hilfsmittel der Klanganalyse, → Klang.

Resorption, magmatische R., die Wiederauf-lösung frühausgeschiedener Mineralkomponenten in magmatischer Schmelze, z. B. von Olivin in Basalt-schmelzen.

Resorzin, m-Dioxybenzol, C₆H₄(OH)₂, wird hergestellt durch Alkalischmelze der aus Benzol mit rauchender Schwefelsäure entstehenden m-Benzol-disulfosäure. Verwendung zur Herstellung von Farbstoffen und in der Hauteilkunde.

Resorzinharze sind Kunstharze aus der Gruppe der Phenolharze (→ Kunststoffe), die als Leimharze Verwendung finden.

Rest, 1) CHEMIE: chem. Restgruppe, → Radikale.

2) ALGEBRA: eine Zahl *r*, die der ganzzahligen Zahl *a* und der natürlichen Zahl *b* eindeutig zuge-ordnet ist derart, daß $a = q \cdot b + r$ gilt, wobei *q* ganzzahlig und *r* eine der Zahlen 0, 1, 2, ..., *b*–1 ist. Restklasse, → Klasse.

Reststrahlen, elektromagnetische Strahlen wie Licht, aber im Wellenlängenbereich des Ultraroten von etwa 0,01 bis 0,15 mm, die aus einem Gemisch ultrarotter Strahlung nach mehrmaliger Reflexion an selektiv reflektierenden Ionenkristallen als nahezu monochromatische Strahlung (Kalkspat 27µ, Na-triumchlorid 52µ, Bromsilber 112µ u. a.) übrigbleibt.

Die selektive Reflexion beruht auf einer Resonanz zwischen der Frequenz des einfallenden Lichtes und der mechanischen Eigenfrequenz der gegen-einander schwingenden positiven und negativen Ionen.

Resultante, 1) ALGEBRA: rechnerisches und theoret. Hilfsmittel bei der Auflösung algebraischer Gleichungssysteme. Die R. eines homogenen line-aren Gleichungssystems ist die → Determinante sei-ner Koeffizientenmatrix.

2) Resultierende, Summe zweier → Vektoren, z. B. zweier Kräfte.

retardiert heißen → Potentiale, bei deren Be-rechnung die endliche Wirkungsausbreitung zwi-schen Quellpunkt und Aufpunkt, d. h. dem Punkt, in dem das Potential berechnet werden soll, be-rücksichtigt ist. *Avancierte* Potentiale unterscheiden sich von den *r.* Potentialen dadurch, daß nicht die vor dem Beobachtungszeitpunkt liegenden Zustände der Quellen, sondern die späteren (zukünftigen) auf-treten.

Retorte, im chem. Laboratorium Glas- oder Met-alkolben mit abwärts geneigtem Ableitungsröhr; in der chem. Technik beheizte Behälter in Zylinder-und Kastenform, die z. B. bei der Schwelung und Verkokung von Kohlen verwendet werden. *Retorten-koks*, *Retortengraphit*, sehr reiner Kohlenstoff, der sich bei der Verkokung durch Spaltung von abge-triebenen Kohlenwasserstoffen an den Wänden der Koksammern abscheidet, wird zu Elektroden gal-van. Elementen, Kohlenstiften von Bogenlampen und Spektralkohlen verarbeitet.

retuschieren, REPRODUKTIONSTECHNIK und PHO-TOGRAPHIE: positive oder negative Bildvorlagen zur Korrektur fehlerhafter Stellen, Hervorhebung von Einzelheiten, Verbesserung der Bildwirkung über-arbeiten (Abdecken, Abschwächen, Verstärken), z. B. durch Farbauftragen mit Spritzpistole, Pinsel, Graphitstift, Schaben mit dem Retuschiermesser oder auf chem. Wege.

reversibel, umkehrbar; *r.* Prozesse lassen sich vollständig rückgängig machen. Gegensatz: irrever-sible (nicht umkehrbare) Prozesse.

Reversible, Abseitentoff, beidseitig verwend-bar Kleiderstoff mit einer meist matten Schau-und glänzenden Garnierungsseite.

Revolver, 1) mehrschüssige Faustfeuerwaffe mit einem Magazin, das als drehbare Trommel ausge-bildet ist.

2) *Revolverkopf*, drehbare Spannvorrichtung zum schnellen Wechseln von Werkzeugen, z. B. an der → Drehbank, von Objektiven am → Mikroskop u. a. Im *Sternrevolver* sind die Teile radial, im *Trommel-revolver* axial angeordnet.

Reynoldssche Zahl, das Verhältnis des Pro-duktes einer Bezugslänge und der Geschwindigkeit eines Körpers zum Koeffizienten der kinematischen Zähigkeit einer Flüssigkeit oder eines Gases. Durch die R.Z. kann der Strömungszustand einer zähen Flüssigkeit gekennzeichnet werden. Bei der kriti-schen R.Z. tritt der Umschlag vom laminaren in den turbulenten Strömungszustand ein.

Reyon, Kunstseide, wichtigste Art der auf Zelu-lösebasis hergestellten endlosen Chemiefäden ver-schiedener Feinheit, Drehung und Glanzcharakter (glänzend, halbmatt, tiefmatt). Man unterscheidet: *Reyon* nach dem Viskose- und *Cupro* nach dem Kupferoxidammoniakverfahren (*Naßspinnverfah-ren*), sowie *Azetat* nach dem Azetatverfahren (*Trockenspinnverfahren*), vgl. BILD.

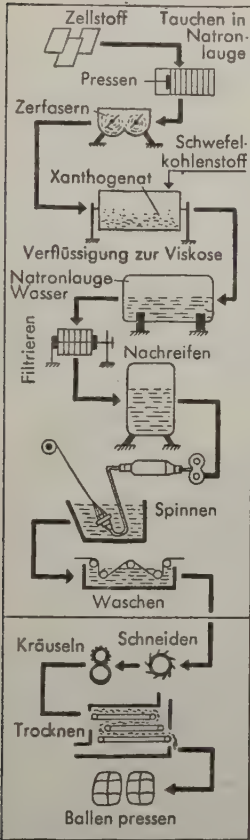
1960 betrug die Welterzeugung an R. 1140000 t (1938: 452500 t); wichtigste Erzeugerländer: Ver-ein. Staaten (297000 t), Japan (143000 t), Sowjet-union (107000 t), Großbritannien (85000 t), Italien (81000 t), Bundesrep. Dtl. (75000 t) und Frank-reich (55000 t).

E. WAGNER: Chemiefaserstoffe (1961).

rezent heißen Ablagerungen der Jetztzeit.

Rezipient, ein Gefäß, das zur Durchführung von Untersuchungen oder für besondere Fertigungs-verfahren luftdicht auf einen Teller gesetzt und luftfrei gepumpt werden kann.

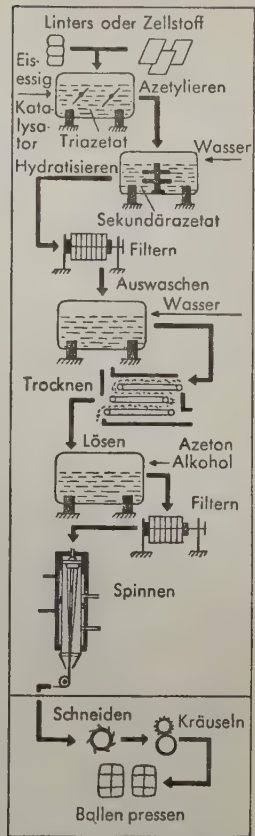
Viskose-Verfahren



Kupfer-Verfahren



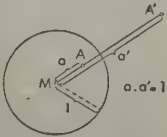
Azetat-Verfahren



Reyon: Herstellung nach den drei üblichen Verfahren (schematisch)

reziprok, 1) MATHEMATIK: beim Rechnen ist das Reziproke, der Kehrwert, einer Zahl b die Zahl $\frac{1}{b}$.

In der Geometrie und Funktionentheorie liegt das Bild A' eines Punktes A , der vom Mittelpunkt M eines Kreises vom Radius 1 verschieden ist, auf dem Strahl von M durch A in einem Abstand von M , der das R. des Abstandes des Urbildpunktes A von M ist (Abbildung durch r , Radien, Inversion, Spiegelung am Kreis).



reziprok: Spiegelung am Kreis

2) KRISTALLOGRAPHIE: reziprokes Gitter, eine Hilfskonstruktion der Strukturanalyse von Kristallen, stets ein einfaches Translationsgitter. Seine Translationsrichtungen stehen senkrecht auf Netzebenen des zugehörigen wirklichen Kristallgitters, und der Abstand seiner Gitterpunkte längs einer jeden Translationsrichtung ist das Reziproke des Abstands zwischen zwei aufeinanderfolgenden, auf dieser Richtung senkrechten Netzebenen.

Reziprokator, →Reaktor.

Rh, chem. Zeichen für →Rhodium.

Rhenium, Re, chem. Element, Metall; Ordnungszahl 75, Massenzahlen 187, 185, Atomgewicht 186,2; Schmelzpunkt 3170°C , Siedepunkt

nicht genau bekannt, Dichte $20,53\text{ g/cm}^3$. R. tritt in der Natur nur spurenweise auf, meist als Begleiter des Molybdäns, aber auch des Niobs, Tantal, Wolframs oder Platins. Die deutsche R.-Gewinnung stützt sich auf Rückstände bei der Kupferverhüttung (Mansfeld), aus denen R.-Oxid, ReO_3 , gewonnen wird.

Das harte, weißglänzende, bei Rotglut schmied- und hämmerbare Metall nähert sich in seinen chem. Eigenschaften den Edelmetallen. Der hohe Preis steht jedoch der Verwendung als korrosionsfester Überzug (z. B. statt Verchromung) entgegen. Die Verbindungen des R. sind 1- bis 7wertig. R. wird z. B. als Überzug auf Spiegeln, auf Schmuckstücken, für die Spitzen von Füllhalterfedern verwendet. Mit einer Rhodium-R.-Legierung und reinem Rhodium können Pyrometer für Temperaturen bis 1900°C gebaut werden, mit Platin legiert wird R. für Thermoelemente verwendet.

Rheologie, Fließkunde, ein der Strömungslehre benachbartes Forschungsgebiet, das sich vorwiegend mit solchen Fließ- und Reibungsvorgängen befaßt, bei denen der Koeffizient der inneren Reibung (→Viskosität) sich dauernd ändert; wichtig vor allem für Kunststoffe.

Rheostat, ELEKTROTECHNIK: ein mit Drehschalter oder durch Kontaktstößel veränderbarer elektr. Präzisionswiderstand für genaueste Messungen.

Rheotron, →Elektronenschleuder.

Rhodamine, eine zu den Phthaleinen gehörende

Rhodon – Richtleiter

Gruppe von Farbstoffen, die aus Phthalsäureanhydrid und Alkylsubstitutionsprodukten des Meta-aminophenols, $C_6H_4(NH_2)OH$, mit Zinkchlorid dargestellt werden. R. färben Seide, Wolle und tannierte Baumwolle in schönen rosaroten Tönen, jedoch wenig echt.

Rhodon, Thiozyan, die in chem. Verbindungen vorkommende Atomgruppe SCN^- , ein Pseudo-Halogen. Rhodanwasserstoff(-säure), Thiozyansäure, Sulfozyansäure, $HSCN$, ist eine farblose, stechend riechende, sehr zersetzliche Flüssigkeit. Seine Salze, die Rhodanide, Thiozyanate, Sulfozyanate, Rhodan-Metalle, sind beständig und mit Ausnahme des Kupfer(I)-, Silber-, Gold- und Quecksilberrhodanids in Wasser leicht löslich; sie enthalten das Rhodan-Ion SCN^- . Silberrhodanid, $AgSCN$, und Eisenrhodanid, $Fe(SCN)_3$, haben in der chem. Analyse Bedeutung. R. bildet mit vielen Schwermetallen komplexe Salze. Freies Dirhodan, $(SCN)_2$, spielt in der Fettanalyse zur Bestimmung der Rhodanzahl eine Rolle. Es entsteht in ätherischer Lösung aus Bleirhodanid und Brom.

Rhodium, Rh, chem. Element, Platinmetall; Ordnungszahl 45, Massenzahl 103, Atomgewicht 102,905; Schmelzpunkt 1966° C, Siedepunkt über 4500° C, Dichte 12,44 g/cm³. R. findet sich als Legierungsanteil im Rohplatin und manchmal in Gold (Mexiko, „R.-Gold“). R. ist in allen Säuren, selbst Königswasser, unlöslich. Das Reflexionsvermögen des silberfarbenen und sehr dehnbaren Metalls erreicht beinahe dasjenige von Silber. Man stellt daher korrosionsfeste Spiegel durch galvanisches „Rhodinieren“ von Metalloberflächen her. Dasselbe Verfahren wird auch zur Bildung von Kontaktflächen auf manchen Halbleitersubstanzen, z.B. Germanium, angewendet. R. vermag Gold mit einer keram. Unterlage zu verbinden (z. B. bei der Glanzvergoldung von Porzellan). Als Katalysatoren und in Pyrometern werden häufig Platin-R.-Legierungen verwendet. Die Weltjahreserzeugung beträgt nur wenige Hundert kg.

Rhodonit, triklines Mineral $MnSiO_3$, meist derb oder körnig, rosarot, kommt in Tonschiefern und metamorphen kristallinen Schiefen vor. Fowlerit ist ein zinkhaltiger, Babingtonit ein kalk- und eisenhaltiger R.

Rhombus, Raute, ein Parallelogramm mit gleichen Seiten; **Rhomboid**, ein Parallelogramm mit ungleichen Seitenpaaren.

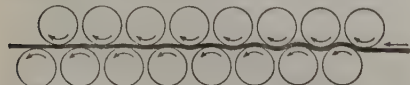
Rho-Meson, → Massenresonanzen.

Riboflavin, gelber, auch synthetisch zugänglicher Naturfarbstoff, identisch mit Vitamin B₂.

Ribonukleinsäure, → Nukleinsäuren.

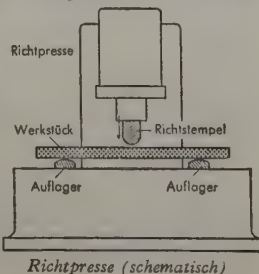
Ribose, $C_5H_{10}O_5$, eine Pentose, Bestandteil bestimmter Nukleoproteide (→ Nukleinsäuren).

richten, 1) MASCHINENBAU: die Beseitigung von



Richtmaschine: Anordnung der Richtrollen (ø 50 mm)

Verbiegungen an Drähten und Stangen und von Beulen in Blechen. Kleinere Werkstücke, bes. Bleche, werden durch Schlagen mit dem Hammer auf einer ebenen Stahlgußplatte, der Richtplatte, gerichtet. Richtmaschinen für Rohre, Wellen, Schienen haben in zwei Reihen gegeneinander versetzt angeordnete Rollen oder Walzen, für Bleche mehrere hintereinander parallel liegende Rollenpaare. Die



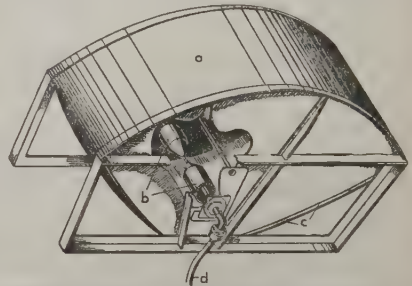
Richtpresse (schematisch)

Richtpresse dient zum R. einzelner Rohre, Träger, Wellen u. a.

2) SCHIESSTECHNIK: das Einrichten von Geschützen, Granatwerfern und schweren Maschinengewehren nach der Seite und Höhe zum direkten oder indirekten Schuß. Das direkte R. wird bei gut sichtbarem Ziel bei Entfernungen bis 800 m, das indirekte R. bei größeren Entfernungen und in „verdeckter Feuerstellung“ angewendet.

Richtfeuer, Leitfeuer, sind Fest-, Blink- oder Blitzfeuer, die, wenn sie übereinanderstehen, den innewahrenden Kurs bezeichnen.

Richtfunkverbindung, Richtfunklinie, mit gebündelten elektromagnet. Wellen arbeitendes System von Sendern und Empfängern zur Nachrichtenübertragung. Um mit Sendern kleiner Leistung auszukommen und eine störungsarme Übertragung sicherzustellen, verwendet man auf der Sender- und auf der Empfängerseite Richtantennen (Richtstrahler) mit hoher Bündelung, wodurch auch eine gewisse Sicherung gegen Abhören erreicht wird. Als bes. günstig für R. erwiesen sich ultrakurze sowie



Richtfunkverbindung: Breitbandrichtantenne für Dezimeterfunkstrecken (Pintsch-Electro, Konstanz); a Isolierstoffwetterschutz, b Strahler, c Metall-Parabolspiegel, d Speiseleitung.

Dezimeter- und Zentimeterwellen. Für die Streckenführung von R. im Dezimeter- und Zentimeterwellenbereich sind wegen der geradlinigen Ausbreitung dieser Wellen wichtig: freie optische Sicht, Ausnutzung natürl. Geländeerhebungen, Vermeidung von Gebieten mit Neigung zu troposph. Schichtung in der Atmosphäre (Wasserflächen, Flußtäler, Gebirgsmulden u. ä.), Zickzackführung zur Vermeidung gegenseitiger Störungen durch Überreichweiten.

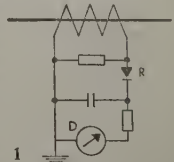
Über eine R. können mit Frequenzmodulation bis zu 960 Fernsprechanäle betrieben werden; geplant sind Anlagen, die die Übertragung von 1800 Gesprächen auf einer R. ermöglichen. Da bis zu 6 Sender auf ein Antennensystem arbeiten, können gleichzeitig 10800 Gespräche über eine R. geführt werden.

Richtgröße, Direktionskraft, das Verhältnis von rücktreibender Kraft und Entfernung aus der Ruhelage, sofern es, wie bei linear wirkenden Kräften, z. B.

Federkräften bei kleiner Beanspruchung, konstant ist. Das entsprechende Verhältnis bei Drehungen heißt Richtmoment oder Direktionsmoment.

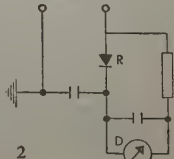
Richtkreisel, ein Kreisel-Flugüberwachungsgerät, → Kreisel.

Richtleiter, eine besonders in der MESSTECHNIK ge-



Richtleiter: 1 grundsätzliche Schaltung eines Hochfrequenz-Stromwandlers mit Richtleiter (R) u. Drehspeulinstrument (D).

2 Einweg-Spitzenwertschaltung mit Richtleiter zur Hochfrequenzspannungsmessung. R Richtleiter, D Drehspeulinstrument.



bräuchliche Bezeichnung für Gleichrichter, z. B. Germaniumgleichrichter.

Richtmaße, HOCHBAU: die theoret. Achsmaße (die Abstände der Maßlinien der Fugenmitte) der Bauelemente, aus denen, z. B. durch Abzug der Fugen, die *Nennmaße* N , die tatsächl. Baumaße, abgeleitet werden. Z. B. ist das Längen-R. eines Ziegels $R = 25$ cm, das Nennmaß $N = 24$ cm.

Richtmoment, → Richtgröße.

Richtscheit, **Richtholz**, **Richtlatte**, ein gerades Lineal mit genau parallelen Flächen, vom Maurer, Tischler usw. benutzt zur Herstellung ebener und, durch Aufsetzen einer Wasserwaage, waagerechter Flächen.

Richtstrahler, → Antenne, → Richtfunkverbindung.

Richtstrecke, BERGBAU: gradlinig im Streichen der Schichten verlaufende Strecke.

Richtungsisolator, **Richtungsleitung**, **Ferritisolator**, MIKROWELLENTHEKNIK: ein Hohlleiter-Bauteil mit einem Ferritkörper, der infolge quergegerichteter Vormagnetisierung mit einem außen angebrachten Magneten die elektromagnet. Welle nur in einer Richtung durchläßt (nichtreziprokes Dämpfungsglied). Der R. verhindert z. B. die Rückwirkung einer fehlangepaßten Antenne auf die Frequenz eines Generators.

Riechstoffe, **Duftstoffe**, chem. Verbindungen, die einen kennzeichnenden Geruch von durchdringender Stärke besitzen, z. B. in Form → ätherischer Öle aus Pflanzen, oder Drüsenabsonderungen von Tieren. Fast alle R. hat man bereits synthetisch darstellen können.

Riemann, Bernhard, Mathematiker, * 1826, † 1866, Prof. in Göttingen, einer der bedeutendsten Mathematiker des 19. Jahrh., gestaltete bahnbrechend die Funktionentheorie durch Verbindung mit geometr. Hilfsmitteln um und arbeitete über mathemat. Physik, besonders partielle Differentialgleichungen. Für die Relativitätstheorie wichtig wurden seine Arbeiten über die Grundlagen der Geometrie.

Riemannsche Fläche, geometr. Veranschaulichung mehrdeutiger Funktionen in der Gaußschen Zahlenebene (→ komplexe Zahlen).

H. WEYL: Die Idee der R. F. (*1923).

Riemannsche Geometrie, System geometr. Sätze, das die nichteuklidischen Geometrien als Sonderfälle in sich enthält. Die R. G. beantwortet die Frage, welche Gestaltverhältnisse der Raum haben kann, wenn lediglich anerkannt wird, daß *infinitesimale* Dreiecke stets die Winkelsumme von zwei Rechten haben. Der Begriff der Geraden, die zwei Punkte verbindet, ist dann zu ersetzen durch den Begriff der *kürzesten Linie* zwischen diesen

stisches Band aus Leder, Gummi, natürl. oder künstl. Spinnstoffen, meist zur Kraftübertragung als *Treib-R. Flach-R.* sind flach aufliegende R., als *Einfachriemen* und *Doppelriemen* (auch *Dreifachriemen*), *Hochkant-R.* hochkant gestellte, schmale und vernietete Streifen, *Glieder-R.* einzelne gelenkig verbundene Teile, *Keil-R.* haben Trapezprofil, *Rund-R.* sind massiv oder gerollt und werden nur für kleine Kräfte benutzt.

Leder-R. werden durch R.-*Verbinder* (Klammern, Krallen, Drahtnaken oder Drahtwendeln) verbunden oder besser geleimt. Zur Aufnahme des R. dient die R.-*Scheibe*, eine kreisrunde, zylindrisch oder gewölbt gedrehte Scheibe, für Keil-R. mit dem Querschnitt des R. angepaßten Nuten. Bei Transmissionen läuft der R. in einer gegossenen oder geschmiedeten R.-*Gabel*; durch sie kann er verschoben werden, um eine Maschine in oder außer Betrieb zu setzen.

2) BAUTECHNIK: schmale, lange Bretter für Fußbodendeckung; auch Stäbe für Parkett.

Riemengetriebe, ein → Zugmittlgetriebe.

Riementuch, schweres Baumwoll- oder Reyongewebe in Leinwandbindung für Riemen und Transportbänder.

Rieselfeld, Feldfläche zur planmäßigen Verrieselung von organisch verunreinigtem pflanzenunschädlichem Abwasser zur Abwasserreinigung und Regeneration des Bodens durch die sich ansammelnde organ. Substanz (BILD Bewässerung). Bei der *Staubverrieselung* werden 1 ha große Flächen oberflächlich so eingeebnet und mit niedrigen Dämmen eingefäßt, daß sie gleichmäßig schwach überflutet werden können. Bei *Hangverrieselung* müssen die Felder ein Oberflächengefälle von 1–2 % haben. – R. müssen aus gut wasserdurchlässigen Böden (Sand) bestehen, sie werden systematisch durch 1,50 m tief liegende Dränstränge entwässert. Die Flächenbelastung ist (abhängig von Beschaffenheit des Abwassers und dem geforderten Reinheitsgrad) etwa 30–150 m³ je Tag und ha, entsprechend dem Abwasseranfall von etwa 250–1000 Einwohnern.

Riff, in der Brandungszone gelegene Klippe, insbes. Kalkmassen großer Korallenriffe vor Küstenzonen und der Archipelwelt warmer Meere.

Riffel, 1) Kamm mit 30 cm langen Eisenzinken zum Abstreifen der Samenkapseln von den Flachsstengeln. 2) wellenartige Erhöhung oder Vertiefung, z. B. beim *Riffelblech*.

Righeit, in der GEOPHYSIK häufig benutzter Ausdruck für Schubmodul (→ Scherung).

Rigole, Rinne, kleiner Graben zur Entwässerung; *rigolen*, den Boden tief auflockern (50–100 cm tief mit Spaten oder Untergrundpflug).

Ring, 1) ALGEBRA: eine Menge von Elementen, zwischen denen zwei Verknüpfungen (Addition und Multiplikation) erklärt sind, die dem *kommutativen*, dem *assoziativen* und dem *distributiven Gesetz* genügen. Außerdem muß stets eine eindeutige Subtraktion ausführbar sein. Wichtigste Beispiele: 1) die ganzzahligen Zahlen, 2) die Polynome in x , 3) die quadratischen Matrizen. Die R. unterscheiden sich von den → Körpern dadurch, daß nicht gefordert wird, daß die Division stets durchführbar sei; im Unterschied zu *Integritätsbereichen* wird nicht einmal die Eindeutigkeit der Division gefordert.

B. L. VAN DER WAERDEN: Algebra, 1 (*1960), 2 (*1959).

2) METEOROLOGIE: → Halo.

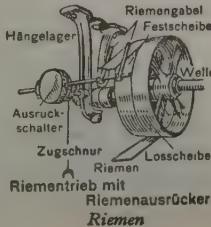
Ringfläche, **Wulst**, **Torus**, eine ringförmige Fläche, die dadurch entsteht, daß sich ein Kreis um eine Gerade dreht, die in der Ebene des Kreises liegt, aber den Kreis nicht trifft (→ Fläche, BILD 6).

Ringflügelflugzeug, ein noch in Entwicklung befindl. Flugzeug mit einem Flügel, der einen beiderseits offenen und vom Flugwind durchströmten Zylinder bildet. Bei entsprechender Profilierung der Zylinderwände liefert ein solcher Ringflügel Auftrieb in einer Richtung quer zur Zylinderachse, die zugleich die Längsachse des ganzen Flugzeugs ist. Innerhalb des Ringflügels ist ein Triebwerk mit Luftschraube oder ein Strahltriebwerk angeordnet.



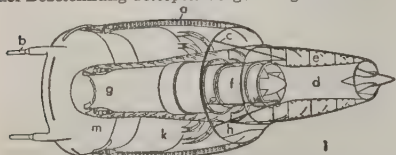
Punkten (*geodätische Linie*), der Raum selbst kann eine von Ort zu Ort veränderl. *Krümmung* haben. Die R. G. ist das wichtigste mathemat. Hilfsmittel der allgemeinen Relativitätstheorie.

Riemen, 1) MASCHINENBAU: ein cla-

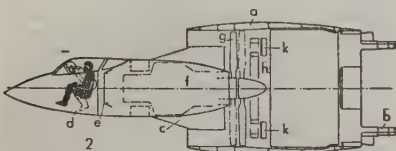


ringförmige Verbindungen – Roboter

Der vom Flügel ummantelte Antriebsstrahl hat guten Vortriebswirkungsgrad, was das R. besonders für senkrechtes Starten und Landen geeignet macht. Ein Vorteil des R. ist, daß man seinem Flügel mit wenig Gewichts Aufwand eine hohe Festigkeit geben kann. Das R. ist erstmalig 1955 von v. ZBOROWSKI als lotrecht startendes und landendes Fluggerät mit der Bezeichnung *Coleopter* vorgeschlagen worden.



Ringflüglflugzeug 1: Perspektivische Ansicht im Fluge; a Ringflügel, b Federbeine, c Streben, d Lufteinlaß für Strahltriebwerke, e Kraftstoff-Behälter, f Strahltriebwerke im Zentralkörper, g Düse der Strahltriebwerke, h Diffusor, k Brennkammer, m Düse des Staustrahl-Triebwerks für hohe Fluggeschwindigkeiten. (Nach VDI-Zeitschrift 98/56)



Ringflüglflugzeug 2: Längsschnitt; a Ringflügel, b Federbeine, c Streben, d Zentralkörper mit Kanzel für den Piloten, e Lufteinlaß für das Propeller-Triebwerk f, g Luftschraube, h Staustrahl-Triebwerksteil von a, k Regelklappen. (Nach VDI-Zeitschrift 98/56)

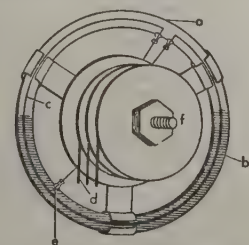
ringförmige Verbindungen, CHEMIE: → zyklische Verbindungen.

Ringgebirge, ringförmig geschlossenes Gebirge, die häufigste Form der Gebirge des → Mondes.

Ringlinse, **Gürtellinse**, **Fresnel-Linse**, komplexe Linse zur Erreichung einer großen Öffnung bei kleiner Mittendicke (FRESNEL 1820). Die Hauptlinse wird dazu mit ringförmigen Ausschnitten, auch von Prismenringen umgeben. Anwendung bei Scheinwerfern, mit mikroskopisch feinen Stufen in der Photographie zur Erhöhung der Helligkeit des Mattscheibenbildes.

Ringrohr, elektr. Hilfsgerät der Meß-, Regelungs- und Signaltechnik, dient zum Übersetzen des Winkels, um den eine Welle gedreht wird, in das Verhältnis der beiden Teile eines elektr. Widerstandes. In ein kreisförmig gebogenes Glasrohr ist ein Widerstandsdraht mit nach außen geführten Abgriffen eingeschmolzen. Durch einen dritten, nach außen geführten Kontakt ist eine Quecksilberfüllung angeschlossen, die als praktisch reibungslose Schleifbürste längs des Widerstandsdrahtes wirkt.

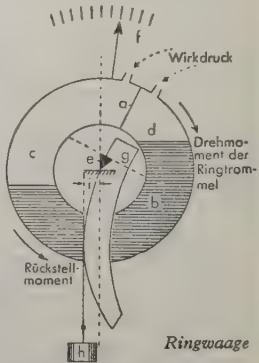
Ringstrom, ein die Erde in der Ebene ihres magnet. Äquators umfließender elektr. Strom, der zur Deutung der weltweiten Abnahme der magnet. Horizontalintensität in der Hauptphase, der Nachstörung → magnetischer Stürme und der Polabstände von Polarlichtern angenommen wird. Der R. wird auf Ausbrüche elektr. Ladungen aus der Sonne zurück-



Ringrohr-Potentiometer: a Glas-körper, b Quecksilber, c Platin-draht, d Anschlüsse, e Mittel-abgriff, f Lagerzapfen.

geführt, die vom erdmagnet. Feld eingefangen werden. Halbmesser nach CHAPMAN etwa 5 Erdradien.

Ringwaage, Gerät zum Messen niedriger Gasdrucke und, in Verbindung mit Drosselgeräten, für die Durchflußmessung von Niederdruckgasen. Eine Ringtrommel ist im Innern durch eine Trennwand a und eine Zwischenflüssigkeit b in zwei Druckräume c und d geteilt. Diesen werden die geringen Differenzdrucke zugeführt, die sich vor und hinter dem Drosselgerät in der Rohrleitung ergeben. Das Niveau der Zwischenflüssigkeit stellt sich nach den Drucken ein, und die auf einer Schneide e gelagerte Ringtrommel dreht sich in die entsprechende Stellung. Der Wirkdruck nimmt mit dem Quadrat des Durchflusses zu. Eine lineare Teilung der Skala f wird erreicht dadurch, daß z. B. durch ein „Radizierschwert“ g das vom Gewicht h über sein Aufhängebändchen ausgeübte Rückstellmoment quadratisch zunimmt, weil der Hebelarm i größer wird.



K. HAIN: Feinwerktechnik (1953).

Riometer, Abk. für engl.: Relativ Ionospheric Opacity meter. Die aus dem Weltraum kommende Radiostahlung (galaktisches Rauschen) erleidet beim Durchgang durch die Ionosphäre eine Schwächung (Absorption), die ein Maß für deren Ionisierung ist. Nachts ist die Schwächung vernachlässigbar klein, tagsüber erreicht sie um Mittag ein Maximum. Dem regelmäßigen Tagesgang überlagert sind Zunahmen der Absorption bei Mägel-Dellinger-Effekten, Polarkappenabsorption und Polarlichtabsorption. Das R. registriert automatisch diese Dämpfungsschwankungen mittels eines auf etwa 30 MHz abgestimmten Empfängers und eines Schreibers.

Rippe, Queraussteufung bei flächigen Bauteilen.

Rippelmarken, wellenförmige Ungleichförmigkeiten auf den Grenzflächen zweier Medien, von denen eines bewegt ist (z. B. Luft-Sand, Luft-Schnee, Wasser-Sand), bes. bekannt am Strand trocken fallender Meeresflächen (Watt).

Rips, Gewebe mit Längsrippen (Schuß-R.) oder Querrippen (Ketten-R.) für Kleider und Möbelbezüge (→ Bindung).

Riß, → Pleistozän.

Ritzel, in einem Getriebe das Zahnrad mit der kleineren Anzahl von Zähnen (meist 6).

Rizin, ein in den Samen von Rizinus vorkommender eiweißartiger Giftstoff (Phthalbumin), der, unmittelbar ins Blut gebracht, schon in sehr geringer Menge durch gegenseitige Verklebung der roten Blutkörperchen (Agglutination) tötet. **Rizinöl**, **Kastoröl**, ein klares, gelbliches, dickflüssiges Öl, wird aus den Rizinussamen gepreßt; sein Hauptbestandteil ist das Glycerid der Rizinolsäure, daneben Tristearin und Dihydroxystearin. Anwendung als Abführmittel, technisch als Schmiermittel. **Rizinenöl** (Synonimöl u. a.) sind in der Mal- und Anstrich-technik wegen ihres Nichtgilbens geschätzt.

Rizinolsäure, **Rizinolsäure**, $C_{18}H_{34}O_2$, eine ungesättigte Oxyssäure, die als Glycerinester im Rizinöl vorkommt.

Rn, chem. Zeichen für Radon (→ Emanation).

Roboter, künstlicher Mensch, eine Puppe, die Bewegungen scheinbar selbständig ausführt, z. B. auf Grund drahtlos übermittelter Befehle. Der erste eigentl. R. war der „Televox“ von R. J. WENSLEY in Pittsburgh (1927). 1951 wurde in Bristol der R. „Dynamo Joe“ gebaut, der radfahren konnte. Der

Bau von R. hat die Entwicklung der Fernsteuerungs- und Regelungsanlagen gefördert; man nennt deshalb auch allgemein elektron. gesteuerte Geräte R.

Rochellesalz, → Weinsäure.

Rocken, *Spinrocken*, *Kunkel*, *Wocken*, senkrechter Stab, um den das Fasergut so herumgeschlungen ist, daß es sich beim Handspinnen leicht in Fadeform ausziehen läßt.

Rogenstein, aus Oolithen (kugelig-schalig und radialstrahlig ausgebildeten Körnchen) von Kalk aufgebautes Gestein, z. B. oberer Buntsandstein von Bernburg.

Rohbau, 1) der erste Abschnitt einer Bauausführung, dem sich der *Ausbau* anschließt.

2) eine Bauweise, bei der die Mauerziegel unverputzt bleiben.

Rohfriesen, aus Rundholz gesägte Brettchen, die nach Trocknung und Sortierung zu Parkettstäben verarbeitet werden.

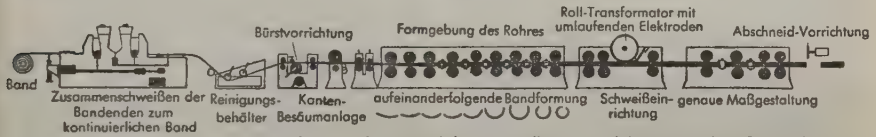
rohfrischen, erste Arbeitsstufe der Zweimal-schmelzerei beim Frischfeuerverfahren.

Rohhautleder, ungegerbtes, sehr widerstandsfähiges Hautmaterial von starken Büffelhäuten, aus dem mechanisch sehr beanspruchte Teile von Webmaschinen (Picker) und Zahnräder (Rohhautritzel) hergestellt werden.

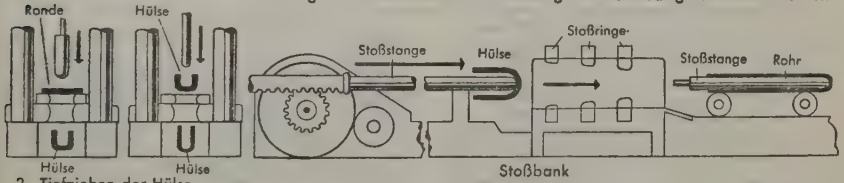
Rohöl, 1) → Erdöl; 2) nicht raffinierte Öle aus Steinkohlen- und Braunkohlenteer und → Ölschiefern.

Rohr, *Röhre*, 1) Hohlkörper von rundem, ovalem oder polygonalem Querschnitt aus Metall, Holz, Steinzeug, Ton, Zement, Glas, Kautschuk, Kunstharz u. a. Stoffen.

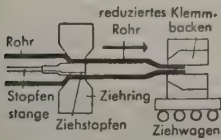
Herstellung von R. aus Eisenwerkstoffen: *Zusammenmieten* oder *-schweißen* einer über eine Walze herumgebogenen Blechtafel oder eines rund geformten Blechstreifens od. ä. (stumpf- oder überlapptgeschweißtes R.); *nahtlos: Gießen* in Formen mit Kernen oder nach dem Schleudergußverfahren; *Lochpressen* (nach H. EHRHARDT) eines erhitzten Blockes von Quadrat. Querschnitt für die Herstellung einer R.-Lappe (Halbzeug); *Ausbohren* zylind. Werkstücke bei dickwandigen R.; *Schmieden* eines ge- lochten Blockes auf der Dornstange; *Ziehen* einer kreisförmigen Platine (Ronde) zu einer Hülse auf der Stoßbank oder auf der Ziehbank; *Pressen* oder *Spritzen*; *elektrolytische Abscheidung*; *Walzen* nach verschiedenen Verfahren: *Schrägwalzverfahren* mit zwei doppelkegeligen, sich unter einem Winkel bis zu 12° kreuzenden gleichsinnig umlaufenden Walzen; *Stiefel-Kegelwalzwerk* mit zwei stumpfkegeligen, gleichsinnig umlaufenden Walzen, deren Achsen sich unter einem kleinen Winkel kreuzen und zueinander geneigt stehen; *Stiefel-Scheibenapparat* mit stumpfkegeligen Scheiben im selben Drehsinn und parallel zueinander; *Aufweitwalzwerk* mit zwei kegelförmigen Scheiben; *Rundkaliberwalzwerk* mit halbkreisförmig kalibrierten Walzen zur Quer-



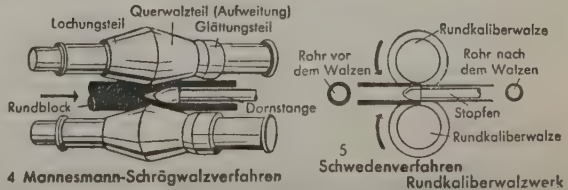
1 Anlage zur kontinuierlichen Herstellung von elektrisch geschweißten Röhren



2 Tiefziehen der Hülse

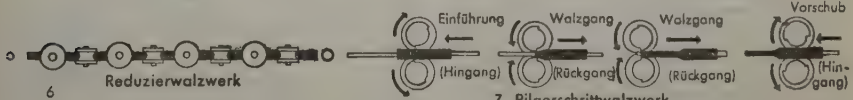


3 Ziehbank



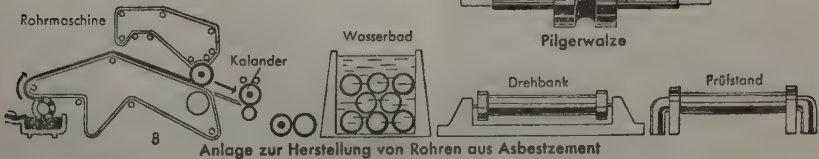
4 Mannesmann-Schrägwalzverfahren

5 Schwedenverfahren Rundkaliberwalzwerk



6 Reduzierwalzwerk

7 Pilgerschrittwalzwerk



8 Anlage zur Herstellung von Röhren aus Asbestzement

Rohrherstellung (schematisch)

schnittsverminderung der R.-Wandung; *kontinuierliches R.-Walzwerk* mit mehreren hintereinanderliegenden versetzt angeordneten Walzenpaaren, deren Kaliber mit jedem Walzenpaar abnimmt. Im *Reduzierwalzwerk* werden erwärmte R. auf kleinere Durchmesser gebracht, im *Maßwalzwerk* erhalten sie genauen Außendurchmesser; *Pilgerschrittwalzwerk* hat über mehr als die Hälfte des Walzenumkreises konisch kalibrierte Walzen, in denen entgegen dem Drehsinn der Walzen das R. ausgereckt wird; *Loch- und Streckwalzwerk*, eine Kombination des Schrägwalzwerkes zum Walzen fertiger R.; *Trommelwalzwerk* zur Aufweitung von R. *Roeckner-Walzwerk* zur Verlängerung von R. mit großem Durchmesser.

Für R. aus anderen Materialien sind vielerlei Verfahren üblich. *Kupfer, Messing*: wie nahtlose Stahl-R.; *Blei, Zinn*: Pressen des erwärmten Metalls durch ein Mundstück; *Steinzeug* (nach DIN 1203): Pressen des plast. Tonteiges, Trocknen, Brennen und Glasieren; *Keram. Abfluß-R.* (nach DIN 4250): zusätzliche Sinterung zur Dichtung; *Beton* (DIN 4032, 4033), *Stahlbeton* (DIN 4031–4037): Guß-, Stampf-, Rüttel- oder Schleuderverfahren, Holz- oder Stahlblechformen; *Schamotte*: Pressen des mit zerkleinerten, gebrannten Tonscherben gemischten Tonteiges; *Asbestzement*: Auswalzen eines „Felles“ der Masse, das durch Wickeln über die Form das nahtlose R. ergibt, oder auch durch Zentrifugieren; *Altpapier*: Aufwickeln eines Vlieses (aus zerfasertem Altpapier und Asbest, mit Kalk gemischt) bis zur gewünschten Wanddicke (5 bis 15 mm), Trocknen, im Vakuum Tränken mit Steinkohlenteerpech; *Glas*: Formen der flüssigen Glasmasse mit Hilfe von Druckluft in einer „Pfeife“, wobei das entstehende R. von einem auf Schienen laufenden Wagen fortgezogen wird.

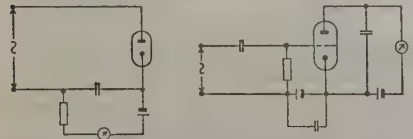
2) Teil des → Geschützes.

Rohrabschneider, Werkzeug mit einer oder mehreren gehärteten drehbaren Schneidrollen und meist gegenüberliegenden Führungsrollen zum Abschneiden dünner Metallrohre von Hand.

Rohrdrat, mehradrige elektr. Niederspannungsleitung für feste Verlegung; ein enganliegender gefalzter Mantel aus Stahl-, Zink- oder Aluminiumband umschließt die isolierten Leitungsadern.

Röhre, 1) → Rohr. 2) → Elektronenröhre.

Röhrenvoltmeter, *Audionvoltmeter*, elektr. Gerät zum Messen von elektr. Spannungen. Eine Diode oder eine Triode (→ Elektronenröhre) wird als Gleichrichter benutzt, um mit einem Drehspulinstrument messen zu können. Vorteile: außerordentlich hoher Eingangswiderstand, entsprechend



Röhrenvoltmeter: links Prinzipschaltung eines Dioden-Röhrenvoltmeters in Serienschaltung, bei der das Meßobjekt vom Gleichstrom der Batterie durchflossen wird, was bei der auch möglichen Parallelschaltung nicht der Fall ist; rechts Trioden-Röhrenvoltmeter in Anodengleichrichterschaltung. Die beiden Gleichstromquellen und das Meßinstrument sind kapazitiv überbrückt, damit die Röhre im Kurzschluß arbeitet.

geringe Leistungsaufnahme, weitgehende Frequenzunabhängigkeit und daher großer Frequenzbereich, der bei geeigneter Schaltung bei 0 Hz (Gleichspannung), sonst bei etwa 50 Hz beginnt und bis zu einigen hundert MHz reicht. Spannungsbereich etwa 10 mV bis zu einigen 100 V.

Rohrleitung, *Rohrnetz*, hohler Strang zur Fortleitung von Flüssigkeiten, Dämpfen und Gasen, z. B. Wasser, Erdöl, Benzin, Wasserdampf, Druckluft, oder zum Transport fester Körper, wie Rohrsparkapseln, Betongemisch beim Torkretverfahren, Spänen und Staub bei Vakuumanlagen, und zur auswechselbaren Verlegung elektr. Leitungen.

Für *Flüssigkeiten und Gase* werden R., die mit natürl. Fluß arbeiten, stets mit Gefälle verlegt, bei Flüssigkeiten an den höheren Punkten entlüftet, bei Dämpfen und Gasen an den tieferen Stellen entwässert. Prüf- und Reinigungsschächte bei *Abwasseranlagen* sowie Kontroll- und Montagestellen bei elektr. Anlagen sind oft gleichzeitig Knotenpunkte eines Rohrnetzes. Bei Temperatureinwirkung muß, bes. in Längsrichtung, die freie Dehnbarkeit gewährleistet sein (Rohrschleifen oder Dehnungsbogen). Zur Befestigung der Metall- und Tonrohrleitungen dienen in Wänden eingesetzte *Rohrschellen* und *Rohrhaken* sowie *Konsolen*, an Decken befestigte *Hängeeisen* und *Rohrbügel*.

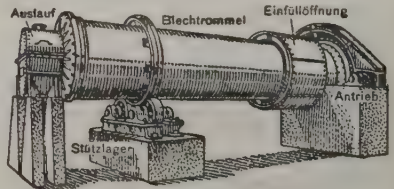
R. der *Wasserversorgung* werden oft als *Verästlungssystem* angelegt, bei dem die von den Hauptleitungen abzweigenden Seitenstränge nicht miteinander verbunden sind: das Wasser strömt immer nur in einer Richtung. Beim *Ringsystem* sind die Endpunkte aller Leitungen miteinander verbunden, der Wasserdruck ist in der ganzen R. gleichmäßig.

Lösbare Rohrverbindungen werden durch → Flansch, → Muffe, → Gewinde hergestellt, wobei Flansche durch Zwischenlagen aus Asbest, Gummi, Pappe oder Weichblei, Muffen ohne Gewinde durch Einstemmen von Blei, Ton oder einer Vergußmasse, Gewindemuffen u. ä. durch Einlegen von Werg gedichtet werden. Nicht lösbare Verbindungen werden durch → Löt- oder → Schweißen hergestellt.

Zur Kenntlichmachung und Unterscheidung erhalten R. nach DIN 2403 folgende Anstriche: grün f. Wasser, rosa f. Säure, gelb f. Gas, violett f. Lauge, blau f. Luft, braun f. Öl, weiß f. Dampf, schwarz f. Teer, grau f. Vakuum.

F. HERNING: Stoffströme und R. (1961).

Rohrmühle, Zerkleinerungsmaschine nach dem Prinzip der → Kugelmühle. Das Mahlgut (Zementklinker, Düngemittel, Erze, Kohlen u. a.) wird durch

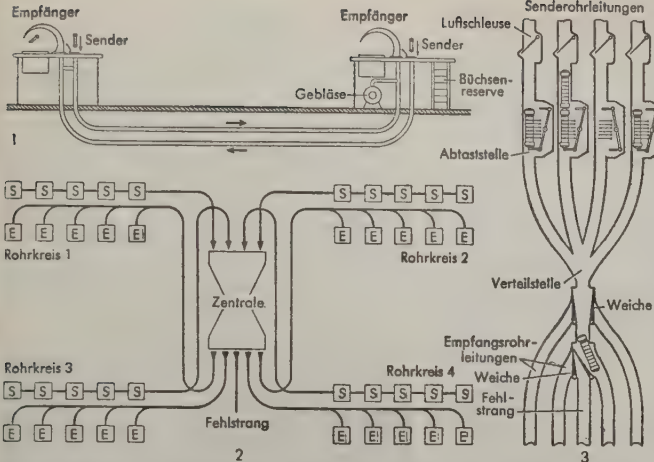


Rohrmühle

die hohlen Lagerzapfen ein- und ausgetragen. Die Vorkammern zum Vorzerkleinern enthalten als Mahlkörper Stahlkugeln oder -zylinder, die Feinmahlkammern Flinteisen.

Rohrpost, Förderanlage für Schriftstücke und andere kleine Gegenstände im Post-, Büro-, Bank-, Zeitungs- und Laboratoriumsbetrieb durch Büchsen, die in einer Rohrleitung meist durch Saugluft mit einer Geschwindigkeit bis zu 10–13 m/s befördert werden. R.-Anlagen mit vielen Stationen (bis weit über 100) sind in mehrere Rohrkreise aufgeteilt. Die Empfangsstelle stellt der Absender durch Kontakt- und Zahlenringe an der Büchse ein, wodurch in der Zentrale eine autom. Steuerung und Überwachung bewirkt wird. Optische Einrichtungen zeigen den Weg einer Büchse, Sperrungen von Rohrkreisen und Störungen an. Die Weichen einer R. können auch durch Druckknöpfe am Sender eingestellt werden (BILD S. 471).

Rohrzucker, *Saccharose*, *Saccharobiose*, $C_{12}H_{22}O_{11}$, die wichtigste Zuckerart, kommt im Saft vieler Pflanzen, bes. im Zuckerrohr und in den Runkel- und Zuckerrüben, ferner in Ahornarten vor. Der R. kristallisiert in monoklinen Prismen (Kandiszucker). Eine Lösung von R. dreht die Polarisationssebene des Lichtes nach rechts. Beim Erhitzen von R. bilden sich Säuren und braune Karamelsubstanzen. Unter Einwirkung verdünnter Säuren oder bestimmter Enzyme wird der R. in d-Glukose (→ Traubenzucker) und d-Fruktose (→ Fruchtzucker) zerlegt.



Rohrpost (schematisch): 1 einfache Anlage für Verkehr zwischen zwei Stellen. 2 Rohrnetz einer größeren Anlage; S Sender, E Empfänger. 3 Zentrale.

Rolladen, zusätzl. Verschluss an Fenstern und Türen aus waagrecht auf Jutebändern befestigten oder durch Stahlplättchen verbundenen Holzleisten oder aus Stahlblechlamellen, läuft in Führungsschienen, wird in einen Kasten aufgerollt.

Rollbock, Rollschmel, Vorrichtung zum Befördern von Eisenbahnwagen auf Bahnanlagen anderer Spurweite; kurzer, meist zweischiger Plattformwagen, auf den eine Achse des Wagens gelagert wird.

Rolle, ein einfacher Maschinenteil in Form einer kreisrunden, um ihre Achse drehbaren Scheibe oder Walze. Während die feste R. nur zur Umkehrung einer Krafttrichtung dient, benutzt man lose R. in Verbindung mit festen R. zur Verkleinerung einer Kraft bei Vergrößerung ihres Weges (Flaschenzug).

rollen, 1) MECHANIK: Bewegungsart, zusammengesetzt aus $\rightarrow$ Translation und $\rightarrow$ Rotation.

2) verschiedene Verfahren der spanlosen METALLVERARBEITUNG. Durch gerade Rollung werden mit Rollwerkzeugen ebene Bleche zu Röhren, Schellen, Dornhülsen von Scharnieren u. dgl. umgeformt. Beim kreisrunden R. auf Druckbänken oder Pressen wird an Umdrehungshohlkörpern z. B. ein gebördelter Rand mit kreisförmigem Querschnitt erzeugt. Das Gewinderollen wird auf Gewinderollmaschinen oder auf der Dreh- oder Druckbank ausgeführt. R. nennt man auch das Biegen von Röhren und das $\rightarrow$ Trommelschleifen.

Rollenbahn, Rollenförderer, Fördermittel mit zylindr. Rollen auf ebener (Rollgang für Walzgut) oder schwach geneigter Bahn, auf der sich Kisten, Kannen, Gußkörper usw. fortbewegen.

Rollermobil, 3- und 4rädige Kleinstwagen für 2 bis 4 Personen, mit kleinen Rädern von Motorrollen und gebläsegekühlten Roller- oder Motorradmotoren.

Rollhärteprüfgerät, ein Gerät zur technolog. Prüfung der $\rightarrow$ Härte. Aus der Breite der Rollspur einer über die zu prüfende Oberfläche unter gleichmäßiger Belastung gerollten gehärteten Stahlkugel läßt sich bei Werkstücken ungleichmäßiger Härte deren Verteilung ermitteln.

Rollkurven werden von den Punkten einer Kurve beschrieben, die auf einer andern Kurve, ohne zu gleiten, rollt ($\rightarrow$ Zykloide).

Rolltreppe, $\rightarrow$ Fahrtreppe.

Ronde, eine runde Blechscheibe, aus der beim $\rightarrow$ Tiefziehen der Gegenstand gezogen wird.

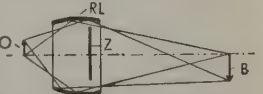
Röntgen, Wilhelm Conrad, Physiker, * 1845, † 1923, Prof. in Straßburg, Gießen, Würzburg, München, entdeckte 1895 eine elektromagnet. Strahlung, die von ihm X-Strahlen und später Röntgen-

strahlen genannt wurde. Er lieferte wichtige Beiträge zur Kristallographie und untersuchte die spezifische Wärme von Gasen sowie die physikalischen Eigenschaften von Flüssigkeiten bei hohem Druck. 1901 Nobelpreis.

Röntgen, Abk. r, internat. Doseinheit der Röntgen- und Gammastrahlung, die Strahlendosis, die als Folge der Ionisation in 1 cm^3 trockener Luft (bei 0°C und 1 atm Druck) 1 elektrostat. Einheit der Ladung beider Vorzeichen erzeugt (etwa $2 \cdot 10^8$ Ionenpaare je cm^3). Die durch Ionisation einem g Luft von einem r Strahlung zugeführte Energie ist etwa 83 erg. Die Dosis anderer radio-

aktiver Strahlung (z. B. Alpha- und Betastrahlen) wird in physikal. Röntgenäquivalenten, Abk. rep, gemessen; 1 rep entspricht in jedem Fall von Strahlung der Absorption von 83 erg in einem g Luft.

Röntgenoptik befaßt sich mit der Erzeugung von $\rightarrow$ Abbildungen durch Röntgenstrahlen. Zur Strahlführung kann man die selektive Reflexion von Röntgenstrahlen an Kristallgitterebenen ausnützen. Danach lassen sich Röntgenringlinsen durch ringförmige Rotationskörper mit konvexen oder konkaven Reflexionsflächen (BILD), die mit einer monomolekularen Kristallschicht überzogen sind (HOPPE und TRURNIT), oder durch entsprechend sphärisch deformierte Einkristalle, wie Glimmer (WILSDORF), für monochromat. Röntgenstrahlung verwirklichen. Die Lichtstärke solcher Anordnungen ist sehr gering. Auch die Totalreflexion der Röntgenstrahlen bei außerordentlich kleinen Winkeln in dünnen Metallschichten, die auf sphärisch gekrümmten Glasflächen aufgebracht sind, läßt sich für Abbildungszwecke verwenden (KIRKPATRICK und BAER).



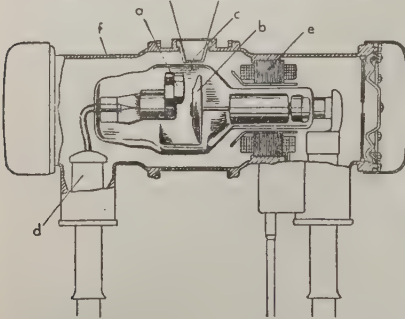
Röntgen-Ringlinse nach Hoppe und Trurnit; O Objekt, B Bild, RL Rotationskörper mit monomolekularer Kristallaufgabe, Z Zentralblende.

Röntgenröhre, eine geschlossene Glasröhre, in der Elektronenstrahlen durch Aufprallen auf ein Metallblech $\rightarrow$ Röntgenstrahlen auslösen. In den älteren R. wurde der Elektronenstrahl durch eine Gasentladung zwischen Kathode und Anode erzeugt (Ionenröhre). Heute benutzt man wie in den Elektronenröhren glühende Wolframkathoden im Hochvakuum; die austretenden Elektronen werden durch Anlegen einer elektr. Spannung zwischen Kathode und Anode von der Kathode abgezogen und treffen mit hoher Geschwindigkeit auf die meist aus Wolfram bestehende, schräg gestellte Antikathode, von der dann die Röntgenstrahlen ausgehen (Coolidge-Röhre). Zur Ableitung der entstehenden Wärme muß die Antikathode gut gekühlt werden. Die Durchdringungsfähigkeit der Röntgenstrahlen ($\rightarrow$ Härte) ist um so größer, je höher die Elektronenbeschleunigungsspannung ist. Weiche Strahlen läßt man durch ein Fenster aus Lithiumborat oder Berylliumfolie austreten.

Diagnostikröhren arbeiten mit kleinem Brennfleck und niedriger Spannung, Therapieröhren mit gro-

Röntgenstrahlen

seem Brennfleck und hoher Spannung. *R. für Strukturuntersuchungen* werden gewöhnlich mit über 100 kV betrieben, in Sonderfällen bis 2 Mio Volt. Bei diesen Röhren wird die kontinuierl. Bremsstrahlung einer Wolframkathode ausgenutzt. *R. für Spektroskop.* Untersuchungen arbeiten mit der monochromat. Eigenstrahlung (charakteristische Strahlung), meist mit Kupferanoden. Die Anodenerwärmung läßt sich sehr wirksam durch Drehanoden



Schnittbild des Röhrenschutzgehäuses für Diagnostik mit eingebauter Röntgenröhre: a Elektronenquelle (Wolfram-Glihkathode), b Drehanode (Antikathode), c Fenster für Strahlendurchtritt, d Hochspannungszuführung, e Antriebsmotor für die Drehanode (Kurzschlußläufer), f Strahlenschutzmantel.

herabsetzen, rotierende Scheiben oder andere Rotationskörper, die durch ihre Drehung immer wieder neue Stellen dem auftretenden Elektronenstrahl aussetzen (Drehanodenröhren).

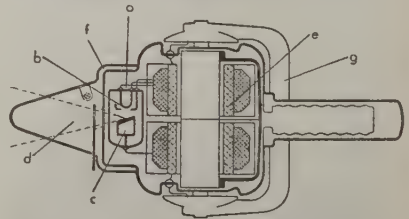
Röntgenstrahlen, engl.-am. und frz. *X-Strahlen*, elektromagnet. Strahlung mit kürzeren Wellenlängen als das Licht, die sich von γ -Strahlen und der elektromagnet. Komponente der $\rightarrow$ kosmischen Ultrastrahlung nur durch die Entstehungsweise unterscheidet. R. sind unsichtbar, erzeugen $\rightarrow$ Fluoreszenz, haben starke chem. Wirkung (Schwärzung von Photoplaten) und hohes Ionisationsvermögen. Als elektromagnet. Wellen zeigen sie ähnlich Lichtstrahlen Reflexion, Brechung, Beugung, Interferenz, Polarisation, haben aber im Gegensatz zum Licht hohes Durchdringungsvermögen für die meisten Stoffe. Man unterscheidet in der Entstehungsweise die *Bremsstrahlung*, die von Elektronen infolge plötzlichen Abbremsens beim Aufprall auf Materie emittiert wird, und die *charakteristische Eigenstrahlung* der Atome, die von den *inneren* Elektronen der *Atomhülle* beim Übergang zwischen zwei Quantenzuständen ($\rightarrow$ Atom) ausgestrahlt wird. Das kontinuierl. *Bremspektrum* bricht nach der kurzwelligen Seite hin ab; bei dieser Grenze wird die gesamte Bewegungsenergie eines Elektrons zur Erzeugung eines kurzwelligen „Röntgen-Lichtquants“ verbraucht. Das Spektrum der charakterist. Eigenstrahlung dagegen besteht aus scharf getrennten Liniengruppen, die wie die Spektrallinien des sichtbaren Lichts einfachen Seriensystemen gehorchen. Die Liniengruppen werden, je nachdem der Endzustand des strahlenden Elektrons in der *K*-, *L*-, *M*-, *N*...-Schale liegt, mit *K*-, *L*-, *M*-, *N*... bezeichnet; sie verschieben sich nach einem einfachen Gesetz mit steigender Ordnungszahl des emittierenden Atoms nach der kurzwelligen Seite hin (*Moseley'sches Gesetz*).

Die beim Auftreffen von R. auf Materie entstehende Sekundärstrahlung besteht aus drei Komponenten: 1) sekundäre R. (*diffuse oder Streustrahlung*) mit durch den $\rightarrow$ Comptoneffekt etwas verminderten Frequenzen, 2) charakterist. Eigenstrahlung der getroffenen Materie, 3) durch $\rightarrow$ lichtelektrischen Effekt aus den Atomverbänden gelöste Elektronen (*Röntgen-Photoeffekt*).

Zur ERZEUGUNG von R. benutzte man früher aus-

schließlich $\rightarrow$ Röntgenröhren. Die Grenzwellenlänge λ_g (nach der kurzwelligen Seite hin) der von einer Röntgenröhre ausgesandten Bremsstrahlung errechnet sich nach der Formel $\lambda_g = 12,4/U$, wo *U* die Betriebsspannung der Röhre in kV bedeutet (λ_g in Å). Man unterscheidet danach z. B. in der Röntgendiagnostik *überweiche* (Röntgenspannung 5–20 kV entspr. 2,5–0,6 Å), *weiche* (20–60 kV entspr. 0,6–0,2 Å), *mittelharte* (60–120 kV entspr. 0,2–0,1 Å), *harte* (120–250 kV entspr. 0,1–0,05 Å) und *überharte* R. (über 250 kV entspr. unter 0,05 Å). Noch sehr viel härtere R. lassen sich mit der $\rightarrow$ Elektronenschleuder erzeugen; die gegenwärtig erreichbare Grenze liegt bei etwa 0,00004 Å. Andererseits gelangt man mit reinen R.-Verfahren auch nach der langwelligen Seite weit über die überweichen R. hinaus bis zu etwa 600 Å, also bis ins kurze Ultraviolett (kurzwellige Grenze des Ultraviolett etwa 100 Å).

Die BIOLOGISCHE WIRKUNG der R. beruht auf ihrer Absorption im Gewebe. Ein bestimmter Bruchteil der Strahlungsquanten ionisiert die getroffenen Atome oder Moleküle, die herausgelösten Elektronen erzeugen längs ihrer Bahn Sekundärelektronen. Durch Schädigung weniger Moleküle kann die Zellteilung beeinträchtigt werden. Unter den Geweben sind am empfindlichsten Lymphgewebe, Knochenmark und Thymus; dann folgen Eierstöcke, Hoden, Schleimhäute, Speicheldrüsen, Epidermis, Lunge, Niere, Schilddrüse, Muskel-, Bindegewebe und Gefäße, Knorpel- und Knochengewebe; Ganglienzellen und Nerven sind am wenigsten empfindlich. $\rightarrow$ Strahlenschutz.

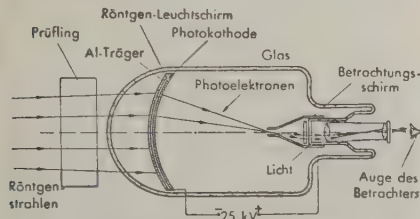


Schnittbild eines Dental-Röntgenapparates für Zahn-aufnahmen; Eintankapparat mit Hochspannungstransformator und Röntgenröhre in einem Gehäuse; a Klein-Röntgenröhre, b Elektronenquelle (Wolfram-Glihdraht), c Antikathode, d austretender Röntgenstrahlenbündel, e Hochspannungstransformator, f Strahlenschutzmantel, g Schwenklager.

RÖNTGENTECHNIK. Die techn. Anwendungsgebiete der R. sind Medizin, Werkstoffprüfung sowie die für Strahlenschutz und Therapie notwendige Dosismessung. Ein *Röntgenapparat* besteht aus Röntgenröhre und Hochspannungsquelle. Bei *Klein-Röntgenanlagen* sind beide meist zu einer z. B. kugelförmigen Einheit zusammengebaut. *Röntgenfilter* sind Scheiben aus Aluminium (*Leichtfilter*) von $\frac{1}{2}$ bis zu einigen Millimetern Stärke und Zink; Kupfer als *Schwerfilter* ist meist 0,5 mm stark, nach Bedarf auch stärker (*Dickfilter*). Zum Messen der chem. und physikal. Wirkung der R. dienen *Röntgen-Dosismesser*. Die $\rightarrow$ Ionisationskammern dienen zum Messen der Röntgendosis in $\rightarrow$ Röntgen. Auf dem Kondensatorprinzip beruhende *Kondensatorkammern* (*Kondiometer*) sowie das Fluoreszenzerzeugende benutzende *Auer-Dosiskop* dienen zur Strahlenschutmessung.

Das bekannteste medizinische Verfahren ist die *Röntgendurchleuchtung* (*Röntgenoskopie*), bei der die R. nach Durchgang durch das Aufnahmeobjekt auf einen Fluoreszenzschirm gelangen ($\rightarrow$ Fluoreszenz). Das Strahlenbündel wird von den verschiedenen dichten Objektelementen verschieden geschwächt. Das entstehende Strahlungsrelief bildet sich in einer Art Schattenbild auf dem Fluoreszenzschirm (*Röntgenbild*) ab. Bei der *Schirmbild-Photographie* wird das Durchleuchtungsbild mit einer Kleinbildkamera

photographiert. Zur Helligkeitsverstärkung verwendet man dabei den **Röntgenbildwandler**. Bei ihm wird das Röntgenbild über ein Fluoreszenzbild mit Hilfe eines $\rightarrow$ Bildwandlers in ein verkleinertes Elektronenbild umgewandelt, das dann auf einem elektronen-



Röntgenbildwandler (schematisch)

empfindl. Leuchtschirm beobachtet, photographiert oder gefilmt wird. Auf unmittelbarem Wege erhält man ein dauerhaftes Bild (**Röntgenogramm**), bei der die **Röntgenographie** (**Röntgenphotographie**), bei der die R. nach Durchgang durch das Aufnahmeobjekt sofort auf eine photograph. Schicht (**Röntgenfilm**) fallen. Zur Erhöhung der photograph. Wirksamkeit der R. ist der photograph. Schicht eine Verstärkerfolie aufgebracht, eine Zelluloidfolie mit einer hochempfindlichen Röntgenfluoreszenzschicht (z. B. Kalziumwolframat), die durch ihre Fluoreszenzstrahlung mit zur Schwärzung der Photoschicht beiträgt.

In der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung wird die Röntgenographie zum Aufsuchen verborgener Fehler im Material, insbes. in Gußstücken und Schweißnähten, verwendet (**Großstrukturuntersuchung**). Die **Feinstrukturuntersuchung** gibt Aufschluß über die Atomanordnung im Kristall (Kristallstruktur), die Lage und Größe der Kristalle im Gefüge und über innere elastische Spannungen durch die Ablenkung der primären Strahlung an den Kristallgitternetzebenen, $\rightarrow$ Strukturanalyse. Durch Anregung und Auswertung der charakterist. Eigenstrahlung der Atome lassen sich Einblicke in den inneren Bau der Atome, insbes. die Auffüllung der inneren Schalen mit Elektronen, gewinnen (**Röntgenspektroskopie**). Zur Untersuchung sehr schnell ablaufender Vorgänge, z. B. des Durchschlags eines Geschosses durch eine feste Wand, benutzt man den **Röntgenblitz**, eine sehr intensive, kurz dauernde Röntgenstrahlungsemission, bewirkt durch Entladung eines Kondensators über eine Röntgenröhre. Bei einer Entladungsdauer von 10^{-4} bis 10^{-6} s lassen sich Stromstärken bis 1000 A erzielen.

Handb. d. Physik, hg. v. S. FLÜGGE, Bd. 30 (1957); v. ANGERER-JOOS: Wissenschaftl. Photographie (1959); E. CH. PETRI: Röntgenfilm (1960); MALZEW: Röntgenographie d. Metalle (1956).

Rosenöl, das äther. Öl aus der *Rosa damascena* und deren Bastarden, erstarrt infolge seines Steropentgehaltes bei $18-22^{\circ}\text{C}$. Zur Gewinnung von 1 kg reinem R. durch Wasserdampfdestillation sind etwa 4000–5000 kg Blüten erforderlich. Das R. wird deshalb vielfach mit synthet. Rosenriechstoffen, Palmarosaöl, Geraniumöl, verfälscht. Das *echte bulgar. R.* wird mit Staatssiegel gehandelt.

Rosesches Metall, *Rose-Metall*, Legierung aus 50 % Wismut, 25 % Blei, 25 % Zinn; Schmelzpunkt 94°C , Schnellot.

Robhaar, 1) Schweiß- und Mähnenhaar des Pferdes. Die langen weißen Haare dienen zum Bespannen von Geigenbögen, die farbigen werden zu Haarsieben und Einlagefütterstoffen verarbeitet. Die kurzen Haare werden versponnen, mit einem Baumwollfaden umzwirnt und als Schuß zu Zwirnrobhaar (= formgebendes Zwischenfütter) verwebt. In Zöpfe zusammengedreht (Kroll- oder Krollhaar) dienen die kurzen Mähnenhaare als hochelastisches Polstermaterial. 2) *Kunst-R.* auf Zellulosebasis nach dem Viskose- und Azetatverfahren sind grobe monofile Produkte für Versteifungsgewebe, Hutgeflechte und Bezugstoffe.

Rossischaltung, *Rossstufe*, eine Röhrenschaltung zum Nachweis gleichzeitiger Stromstöße in zwei oder mehreren Zählrohren.

Rost, 1) die unter Einwirkung von feuchter Luft oder lufthaltigem Wasser auf Eisen entstehende braunrote Schicht, uneinheitlich aus Eisenoxidhydraten und -oxiden zusammengesetzt, im wesentl. aus Eisen(III)-hydroxid, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, bestehend. Die Bildung von R. wird bei Berührung des Eisens mit edleren Metallen durch Bildung von Lokalelementen und mit Schwefeldioxid in Rauchgasen begünstigt, $\rightarrow$ Korrosion, $\rightarrow$ Eisenkrebs, $\rightarrow$ Zunder.

Die Verhinderung der Rostbildung auf Eisen und Stahl (**Rostschutz**) ist ein wichtiger Sonderfall des $\rightarrow$ Metallschutzes und des Korrosionsschutzes ($\rightarrow$ Korrosion). – Entstandener R. wird beseitigt durch Behandlung mit flüssigen oder pastenförmigen Mineralsäuren (*Rostbeizen*), durch mechan. Bearbeitung, z. B. Abklopfen, Bürsten, Sandstrahlgebläse, auch durch Flammstrahlen oder durch chem. Reduktion oder Umwandlung in andere chem. Verbindungen.

2) ein Gitter aus dünnen Stäben als durchlässiger Bodenbelag, Untersatz für heiße Gegenstände, Auflage für festes Brennmaterial (Ofenrost) oder als Unterlage zum Rosten und Backen.

3) Pfahlrost als Grundstütze unter Gebäuden.

rosten, 1) **METALLURGIE**: das Erhitzen von Erzen oder Zwischenerzeugnissen unter Zuführung von Luft zur Überführung der Sulfide, Arsenide und Antimonide in Oxide (*oxydierendes R.*), in Sulfate (*sulfatisierendes R.*) oder, durch Beimischung von Alkali- oder Erdalkalichloriden, in Chloride (*chlorierendes R.*). Auch das Brennen (*Kalziniere*) von karbonat. Erzen zur Austreibung des Kohlendioxids wird häufig R. genannt.

2) *rotten*, Aufbereitung der Flachs- und Hanfstengel durch Auflösen der Kittsubstanzen auf biologischem oder chemischem Wege, um die Bastbündel von den Holzteilen zu trennen.

Rostkitt, *Eisenkitt*, eine Mischung von 60 Teilen Eisenfeilspänen, 2 Teilen Salmiak und 1 Teil Schwefel; wird, mit Wasser angerührt, sehr hart; dient zum Einkitten von Eisen in Stein oder zum Ausfüllen von Fehlerstellen in Gußeisen.

rot, MATHEMATIK: Abk. für $\rightarrow$ Rotation 3).

Rotation, Drehung, Drehbewegung. 1) **MECHANIK**: die Umdrehung eines starren Körpers um eine Achse oder einen Punkt, z. B. $\rightarrow$ Kreisel, $\rightarrow$ Planeten. Die R. der Sterne und Sternsysteme ist mit dem $\rightarrow$ Doppler-Effekt spektroskopisch bestimmbar. Bei rotierenden Sternen erscheinen die Fraunhoferschen Linien verbreitert, bei Sternsystemen sind sie an den beiden Enden des in seiner Projektion auf die Sphäre erscheinenden Systems nach entgegengesetzten Seiten im Spektrum verschoben.

2) **OPTIK**: *optische R.*, die Drehung der Schwingungsebene polarisierten Lichts, $\rightarrow$ Polarisation.

3) **DIFFERENTIALRECHNUNG**: Die R. der Vektoren $\mathbf{v}$ eines Vektorfeldes, geschrieben *rot v* (engl.: *curl v*), ist eine Vektorfunktion, die aus den Vektoren $\mathbf{v}$ durch einen Differenzierungsprozeß entsteht.

Rotationsflächen, **Rotationskörper**, z. B. Rotationsellipsoid, Rotationshyperboloid, Rotationsparaboloid, $\rightarrow$ Umdrehungsflächen.

Rotationsmaschine, schnelllaufende Druckmaschine für alle Druckverfahren, bei der die Druckformen auf dauernd umlaufenden Zylindern befestigt sind. Gedruckt wird auf eine „endlose“ Papierbahn, die von einer Rolle abläuft. Eine Sonderausführung ist die *Bogen-R.*, mit der einzelne angelegte Bogen bedruckt werden.

Rotationsmessmaschine, eine Holzbearbeitungsmaschine, schneidet von gedämpftem Rund- oder Kantholz Brettern, Furniere oder Leisten in Dicken von 1 bis annähernd 20 mm ab.

Rotationspektrum, $\rightarrow$ Molekül.

Rotbruch, die Eigenschaft metallener Gegenstände, bei Rotglut leicht zu brechen; beim Stahl durch zu hohen Schwefelgehalt verursacht.

Roteisenstein, $\rightarrow$ Bisenglanz.

Rötel, *Rotstein*, *rote Kreide*, *armenische Erde*, *er-*

Rote Riesensterne – Ruder

diges, bräunlich- bis blutrotes Gemenge von rotem Eisenocker und Ton; Verwendung als Mal- und Anstrichfarbe, in Stifftum zum Zeichnen.

Rote Riesensterne, *Rote Riesen*, → Hertzsprung-Russell-Diagramm, → Sterne.

roter Tiefseeton, Sedimentmasse in größten Meerestiefen.

Rotfilter, ein → Lichtfilter, meist aus Farbglass (→ Glas) zur Absorption des gelben, grünen und blauen Spektralbereichs.

Rotgültigerz, dunkelrote bis dunkelgraue, stark glänzende trigonale Mineralien: *lichtes R.* oder *Proustite*, Ag_3AsS_3 , und *dunkles R.* oder *Pyrargyrit*, Ag_3SbS_3 ; wichtige Silbererze.

Rotguß, Kupferlegierung mit 86–93 % Kupfer, Rest Zink, Zinn und eventuell Blei, für Lagerschalen, Wellen, Armaturen u. a.

Rotkupfererz, *Cuprit*, dunkelrotes, bisweilen durchscheinendes, kubisches Mineral, Cu_2O , meist sehr dicht; Kupfererz.

Rotliegendes, → Erdgeschichte.

Rotnickelkies, hell-kupferrotes, grau anlaufendes hexagonales Nickel Erz, $NiAs$.

Rotor, 1) ELEKTROTECHNIK: der umlaufende Teil einer elektr. Maschine. 2) → Hubschrauber.

Rotverschiebung, die Verschiebung von Spektrallinien nach dem roten Ende des Spektrums hin; zeigt sich am westl. Rand der Sonne, bei Sternen, die sich von uns entfernen (→ Doppler-Effekt) und bei entfernten Spiralnebeln (→ Hubble-Effekt). Auch das z. B. von der Mitte der Sonne zu uns kommende Licht weist eine R. auf, die nach der → Relativitätstheorie darauf beruht, daß die ausgesandten Lichtquanten Masse haben und folglich gegen die Gravitationsanziehung der Sonne Arbeit leisten.

Rotzinkerz, rotes hexagonales Mineral, ZnO ; wichtiges Zinkerz.

RR Lyrae-Sterne, → Veränderliche Sterne.

RT, Abkürzung für Registertonne.

Ru, chem. Zeichen für → Ruthenium.

Rübelbronze, korrosionsbeständige Bronze mit 28–39 % Cu, 18–40 % Ni, 6–8 % Al, 25–35 % Fe.

Rübenerntemaschine, eine fahrbare Maschine zum Lockern und Herausziehen der vorher mit einer Köpfschuppe (Handgerät) oder einem Köpfschlitten (mit Taster und Messer versehenes Gespann- oder Schleppergerät) geköpften Zuckerrüben mittels Hebemeßern oder zweizinkigen Scharen, z. T. mit Vorrichtungen zur Reinigung der Rüben und Ablage in Haufen oder Wagen.

Rübenzucker, aus Zuckerrüben gewonnener Zucker, chemisch identisch mit → Rohrzucker.

Rubidium, Rb , chem. Element aus der Gruppe der Alkalimetalle; Ordnungszahl 37, Massenzahlen 85, 87; die Atomart 87 ist schwach radioaktiv und sendet Betastrahlen aus. Atomgewicht 85,48, Dichte $1,53 \text{ g/cm}^3$, Schmelzpunkt 39°C , Siedepunkt 680°C . R. ist ein weißglänzendes, weiches, sehr unedles Metall, das sich leicht oxydiert und nur in Verbindungen vorkommt. Es wird wie → Zäsium dargestellt. Metalisches R. wird in Photozellen wie Zäsium und Kalium verwendet.

Rubin, → Korund.

Rüböl, halbtrocknende Öle aus den Samen angebauter Arten der *Brassica*. Das *Rapsöl* (*Repsöl*) stammt vom Raps, das eigentl. R. (*Rübsenöl*) vom Rübsen, das *Kohlsaatoöl*, *Colaöl* (*Saatoöl*) von *Brassica campestris*. Zur Gewinnung des Öles wird die Olsaart gepreßt, selten extrahiert. Raffiniertes R. dient als Speiseöl, gehärtetes R. zur Herstellung von Margarine. R. wird auch als Brennöl, Schmieröl und zur Herstellung von Fakis gebraucht.

Rückkopplung, FUNKTECHNIK: die Rückführung eines Teils der in einer Elektronenröhre verstärkten Wechselspannung aus dem Anodenkreis in den Gitterkreis, meist mit einer R.-Spule, entweder zur Entdämpfung eines Schwingungskreises, um Verstärkung und Trennschärfe in Empfängern zu erhöhen, oder zur Schwingungserzeugung in Sendern oder im Oszillator von Überlagerungsempfängern.

Rückstau, Anheben des Wasserspiegels eines Wasserlaufs durch ein Abflußhindernis, z. B. ein

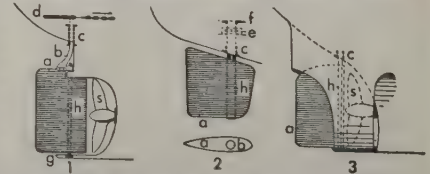
Wehr, den Einbau von Brückenpfeilern, die Ablagerung von Geschieben, die Einmündung eines Hochwassers führenden Nebenflusses usw.

Rückstoß, die Rückwirkung einer von einem Körper durch innere Kräfte fortgestoßenen Masse auf diesen Körper selbst. Er wirkt ebenso im luftleeren Raum (Vakuum) wie z. B. in Luft oder Wasser. Anwendung bei Feuerwaffen zum selbstständigen Laden und Abfeuern (R., *Rücklauf*) und bei → Raketen und → Strahltriebwerken zur Fortbewegung.

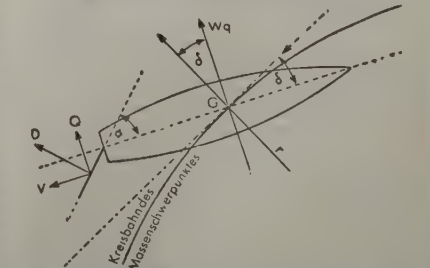
Rücktrittbremse, eine Reibungsbremse in den Freilaufnaben von Fahrrädern, Motorfahrrädern und Mopeds, die bei durch Rückwärtsbewegen der Pedale der Gewindekopf über die Antriebswalzen den Walzenführungsring mitnimmt; dieser preßt den Bremsmantel über den Bremskonus gegen die umlaufende Nabenhülse. Beim Vorwärtsbewegen der Pedale klemmen sich die Antriebswalzen an der Nabenhülse fest und nehmen diese mit (*Gangstellung*). Bei Freilaufstellung sind Antriebswalzen und Bremsmantel von der Nabenhülse gelöst (BILD Freilauf).

Rückwärtswellenröhre, *Carcinotron*, ein Röhrentyp der Höchstfrequenztechnik, bei dem Elektronenstrahl und Welle in entgegengesetzter Richtung laufen. Ihre Frequenz läßt sich, allein durch Spannungsänderung, in weiten Grenzen regeln.

Ruder, 1) SCHIFF: Einrichtung zum Steuern. Es besteht aus einer Platte oder einem tragflächenartig geformten Profilkörper, die um eine senkrechte Achse drehbar sind. *Balance-R.* haben zur Verkleinerung des R.-Moments bis zu $\frac{1}{4}$ ihrer Fläche vor der Achse. *Schwebe-R.* hängen frei unter Heck. Die verschiedenen Bauarten (z. B. *Simplex-R.*, *Oertz-R.*, *Seebeck-R.* u. a.) nutzen meist die Erkenntnisse der Tragflügelumströmung zur Verbesserung der R.-Wirkung aus. Steuern durch Schwenken der Antriebskrafttrichtung bei Schiffen mit Außenbordmotor, Voith-Schneider-Propeller sowie beim *Aktiv-R.* Das *Star-Contr-R.* vereinigt Tragflügelumströmungs- und Gegenpropeller-Wirkung. *Tiefen-R.*



Ruder: 1 Simplex-Balance-Ruder eines Handelsschiffes. 2 Schwebe-Ruder eines Kriegsschiffes. 3 Kort-Düsen-Ruder. a Ruderblatt, b Ruderschaft, c Koker, d Ruderquadrant, e Ruderjoch, f oberes Lager, g Ruderhacke, h Ruderachse, s Schraube.



Ruder: Wirkungsweise. Beim Einschlagen des Ruders um den Winkel α entsteht ein Druck D auf die Ruderfläche, der sich in die Querversetzung Q und die Verzögerung V zerlegen läßt. Durch die Querversetzung schwenkt das Heck so weit zur Seite, bis bei einem gewissen „Deviationswinkel“ δ der Querverwiderstand W_q ein genügend großes Drehmoment erzeugt, das das Trägheitsmoment der Schiffsmasse um einen entfernten Drehungsmittelpunkt überwindet und das Schiff um diesen Punkt „dreht“. (G = Massenschwerpunkt)

der U-Boote haben eine waagerechte Achse. Das fast immer am Heck angebrachte R. wird auf kleinen Fahrzeugen durch die Pinne oder mittels Seil- oder Kettenzug durch das Steuerrad gelegt. Größere Schiffe haben hierfür *R.-Maschinen*, große Schiffe betätigen durch diese den Steuerapparat (Zwiesel-Apparat mit rechts- und linksgängiger Schraubenspindel, hydraul. Steuerapparat usw.).

2) FLUGZEUG: bewegliche Steuerflächen am Tragwerk und am Leitwerk, die während des Fluges und beim Starten und Landen die Bewegung um die drei Flugzeugachsen steuern. Die Bewegungen um die Längsachse (Rollbewegung) wird durch die *Quer-R.*, um die Querachse (Kippbewegung) durch das *Höhen-R.*, um die Hochachse (Gierbewegung) durch das *Seiten-R.* beherrscht (BILDER Flugzeug).

Ruhenergie, → Ruhmasse.

Ruhestrombetrieb, Betriebsform z. B. in Fernmelde- und Gefahrenmeldeanlagen (Feuermelder), bei der in der ruhenden Anlage ständig ein Strom (*Ruhestrom*) von wenigen mA fließt und den Ruhekontakt eines Relais geöffnet hält. Erst bei Unterbrechung der Leitung schließt das stromlos werdende Relais den den Apparat betätigenden Stromkreis (Gegensatz: Arbeitsstrombetrieb).

H. GÖTSCH: Taschenb. für Fernmeldetechnik, 3 Bde. (13. 11950-61).

Ruhimpuls, Abk. p_0 , das Produkt aus $\rightarrow$ Ruhmasse m_0 und Lichtgeschwindigkeit c ; $p_0 = m_0 c$.

Ruhmasse, diejenige Masse, die ein Körper für einen relativ zu ihm ruhenden Beobachter besitzt. Ist die R. gleich m_0 , so ist $m_0 c^2$ (c = Lichtgeschwindigkeit) die *Ruhenergie*.

Rührkessel, chemisch-techn. Reaktionsapparate zum Mischen von Substanzen der gleichen oder verschiedener Aggregatzustände. Eingebaute mechan. *Rührwerke* werden als Blatt-, Schrauben-, Kreisel- oder Propellerführer ausgebildet. Es gibt auch mit Druckluft betriebene Mammut-R.

Rum, ein Trinkbranntwein aus Zuckerrohrmelasse. Das Original-Destillat kommt mit 70–80 % Alkohol in den Handel und wird auf Trinkstärke verdünnt. *Kunst-Rum* wird aus Spirit, Wasser und Rumessenz bereitet (Alkoholgehalt mindestens 38 Vol.-%).

Rundfunktechnik (hierzu TAFEL), die Verwendung elektromagnetischer Wellen für die Übertragung von Nachrichten, Sprech- und Musikprogrammen auf drahtlosen Wege an einen großen Hörerkreis. Die R. umfaßt die Sender-, die Antennen- und die Rundfunkempfängertechnik. Dazu kommt sowohl auf der Sender- wie auf der Empfängerseite die $\rightarrow$ Elektroakustik und die Röhrentechnik ($\rightarrow$ Elektronenröhre).

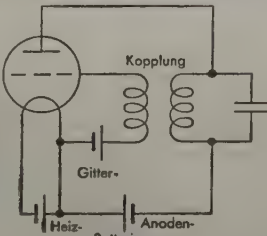
Sendertechnik. Der Sender erzeugt die hochfrequente elektromagnet. Schwingung („Träger“), der das tonfrequente Programm aufgeführt wird ($\rightarrow$ Modulation). Die Frequenz eines Senders wird bestimmt durch den $\rightarrow$ Schwingungskreis ($\rightarrow$ elektromagnetische Schwingungen).

Infolge der unvermeidlichen Verluste in dessen Spule und Kondensator klingen die Schwingungen ab, falls nicht durch $\rightarrow$ Rückkopplung neue Energie zugeführt wird. Der Schwingungskreis liegt hierbei im „Anodenkreis“ der Röhre (BILD 1).

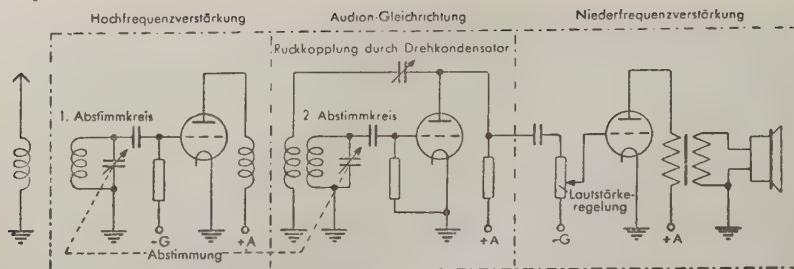
Er ist durch Annäherung der Schwingkreisspule an eine im „Gitterkreis“ liegende Spule „gekoppelt“ ($\rightarrow$ Kopplung). Die induzierte Gitterspannung hat die Eigenfrequenz des Schwingungskreises und bewirkt dadurch eine periodische Anodenstromzufuhr in den Schwingungskreis, die

bei richtiger Polung der Rückkopplungsspule den Einfluß der Verluste ausgleicht. Das Ergebnis sind ungedämpfte Schwingungen, die beim *eigenregenen Sender* in derselben Stufe „moduliert“ und dann der Antenne zugeführt werden. Eine wesentl. Forderung, die an jeden Rundfunksender gestellt wird, ist die Unveränderlichkeit seiner Sendefrequenz. Dies kann durch zwei Maßnahmen erreicht werden: Man verlegt die Erzeugung der hochfrequenten Senderschwingungen (der „Sendefrequenz“) in eine besondere Stufe (Steuerstufe) mit einer Leistung unter 1 Watt, auf die weitere Stufen folgen (*fremderregter Sender*). Hierdurch wird der Einfluß der Antenne und der Modulation auf die Trägerfrequenz vermieden. Die andere Maßnahme besteht in der Verwendung eines Piezoquarzes ($\rightarrow$ Schwingquarz) an Stelle des Schwingungskreises im Steuer-sender, dessen mechanische Eigenfrequenz mit der gewünschten Sendefrequenz übereinstimmt. In der Modulationsstufe wird die Trägerfrequenz mit dem tonfrequenten Programm moduliert, das aus dem Funkhaus über ein Rundfunkkabel zum Senderhaus übertragen und dort verstärkt worden ist. Die große Hochfrequenzleistung eines Rundfunksenders in der Antenne (bis zu 500 kW) wird nach mehreren Zwischenverstärkungen in der Endstufe erzeugt, bei der es vor allem auf einen möglichst guten Wirkungsgrad (dem Verhältnis der Hochfrequenzleistung zu der aufgewandten Gleichstromleistung) ankommt. Trotz gutem Wirkungsgrad ist die in Form von Wärmeenergie entstehende Verlustleistung so groß, daß Luft- oder Wasserkühlung erforderlich ist. Die Werte für die Betriebsanodengleichspannung liegen bei Großrundfunksendern zwischen 10 und 20 kV, für die Anodenströme selbst in der Größenordnung von 25 A. – Die Rundfunksender arbeiten mit Sendefrequenzen, die international festgelegt sind (seit 1950: „Kopenhagener Wellenplan“). Dem Rundfunk sind besondere Wellenbereiche vorbehalten; Langwellen: 150 bis 300 kHz (2000–1000 m Wellenlänge); Mittelwellen: 500–1700 kHz (600–180 m Wellenlänge); Kurzwellenbänder $\rightarrow$ Kurzwellen. Die neueste Entwicklung ist gekennzeichnet durch Ultrakurzwellensender (UKW-Sender), deren Sendefrequenzen um 100 MHz (3 m) liegen ($\rightarrow$ Ultrakurzwellen). Der übrige Sendedienst (Schiffsfunk, Meldedienste der Polizei, der Presse usw.) spielt sich auf den von Rundfunk freien Frequenzen ab.

Rundfunkempfängertechnik. Der bei der Einführung des Deutschen Rundfunks im Jahre 1923 übliche Empfänger war der *Detektorempfänger*, ein Gerät ohne Elektronenröhren. Die von der Empfangsantenne aufgenommene Hochfrequenzspannung wird einem abstimmbaren Schwingungskreis zugeleitet und danach in einem als Gleichrichter wirkenden Kristalldetektor (aus Schwefelkies oder Pyrit, Bleiglantz, Kupferkies u. a.) die Trennung der hochfrequenten und der aufmodulierten tonfrequenten Schwingungen bewirkt. Beträgt die Empfangsfeldstärke mehr als 5 mV/m, so ist in einem Kopfhörer ein brauchbarer Telephonieempfang möglich (Orts-empfang). – Für den Fernempfang sowie bei Benutzung eines Lautsprechers für die Wiedergabe verwendet man Rundfunkempfänger mit Elektronenröhren. Beim *Geradeausempfänger* wird die modulierte Hochfrequenzschwingung ohne Änderung der Frequenz gleichgerichtet (demoduliert), mitunter nach Verstärkung in einer oder mehreren Hochfrequenzstufen. Die gewonnene niederfrequente Schwingung wird ihrerseits in einer oder mehreren Stufen verstärkt und dem Lautsprecher zugeführt. Den grundsätzlichen Aufbau eines Geradeausempfängers zeigt BILD 2, worin die „Audion-Gleichrichtung“ mit Rückkopplung dargestellt ist. Die Drehkondensatoren der einzelnen Schwingungskreise liegen bei modernen Empfängern auf gemeinsamer Achse (Einknopfbedienung), was einen sehr genauen Abgleich der Kapazitäten durch kleine Hilfskondensatoren (Trimmer) und der Induktivitäten durch einstellbare Spulenkern notwendig macht. Vor dem Gitter der Endröhre liegt ein Potentiometer, das die Zufuhr von Niederfrequenz an



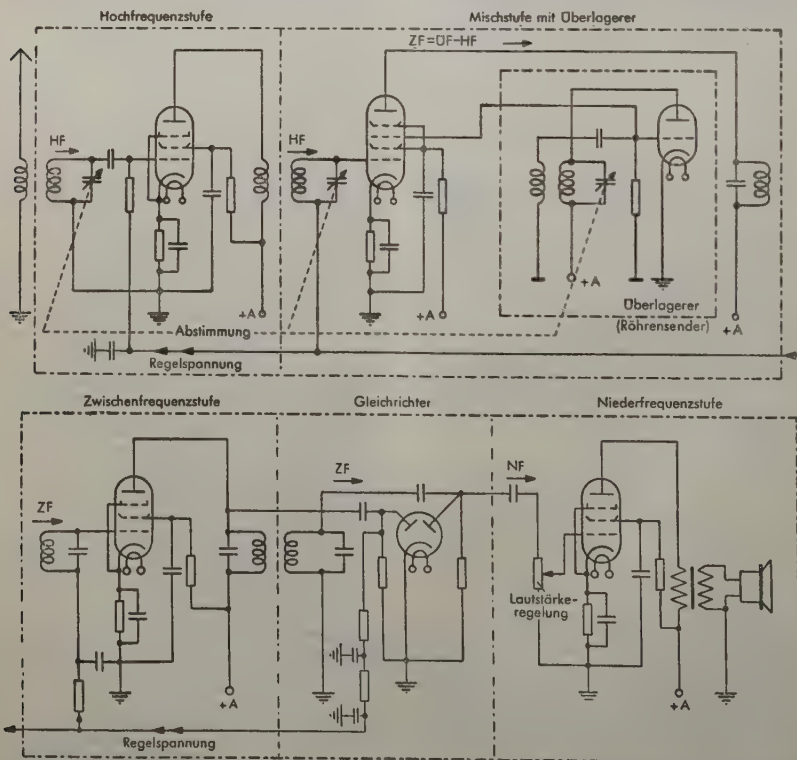
Rundfunktechnik 1: vereinfachtes Schaltbild eines Röhrensenders



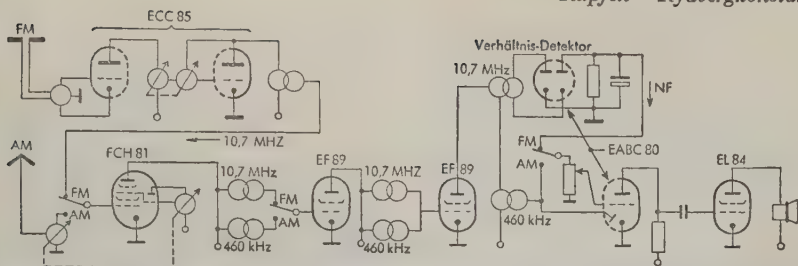
Rundfunktechnik 2: Geradeausempfänger mit Audion-Gleichrichtung und Rückkopplung (Schaltschema); -G negative Gittervorspannung, +A positive Anodenspannung.

dieses Gitter und damit die Lautstärke regelt (Lautstärkeregl.). - Der Überlagerungsempfänger (Superheterodyne-Empfänger, abgekürzt Superhet oder Super) enthält einen einstellbaren Schwingungserzeuger (Überlagerer, Oszillator), dessen Schwingungen mit der einfallenden, tonmodulierten Hochfrequenz in der Mischstufe gemischt werden (BILD 3). Die Frequenz des Oszillators wird zwangsläufig mit der Empfangsfrequenz, auf die der Empfänger jeweils eingestellt ist, so geändert, daß im gesamten Bereich die gleiche modulierte „Zwischenfrequenz“ (z. B. 460 kHz) entsteht. Für deren weitere Verstärkung wird ein fest abgestimmter Zwischenfrequenz-Verstärker verwendet. Die Gleichrichtung geschieht mit Diode. Die Vorteile der Überlagerungsempfänger liegen in der größeren Trenn-

scharfe (bedingt durch eine große Zahl von Abstimmkreisen), der gesteigerten Empfindlichkeit sowie in der einfachen Möglichkeit, im Zwischenfrequenz-Verstärker die Bandbreite einzuzengen, falls dies infolge von Störungen zweckmäßig ist (Bandbreitenregelung; → Band). Die große Verstärkung ermöglicht mit Hilfe der Regelspannung den selbsttätigen Schwundausgleich, d. h. die selbsttätige Änderung der Verstärkung je nach der über die Antenne zugeführten Eingangsspannung. Zur Abstimmungskontrolle dient das → Magische Auge (Abstimmungsanzeigerröhre). Weitere Vervollkommenungen stellen die automatische Scharfabstimmung dar, mit deren Hilfe eine ungenaue Abstimmung auf den zu empfangenden Sender automatisch korrigiert wird, und die Bandspreizung (→ Band), durch die



Rundfunktechnik 3: Überlagerungsempfänger; HF Hochfrequenz, ZF Zwischenfrequenz, ÜF Überlagerungsfrequenz, NF Niederfrequenz, +A positive Anodenspannung.



Rundfunktechnik 4: Blockschaltbild eines modernen Rundfunkempfängers mit UKW-Bereich (Schwingungskreise als Kreise dargestellt). Oberer Teil nur für FM-Empfang (UKW); links oben die Dipol-Antenne, die Vorröhre und die selbstschwingende Mischtriode. Unterer Teil für AM- und FM-Empfang; links unten die Antenne und die Triode-Heptode ECC 81 als Mischröhre oder FM-ZF-Röhre, dann die ZF-Röhren EF 89 für AM und FM, NF-Röhre und Endröhre EL 84.

jedes Kurzwellenband (z. B. das 25-m-Band) über die ganze Skala ausgedehnt werden kann. Die Rundfunkempfänger besitzen meist Netzanschluß, d. h. sämtliche erforderlichen Betriebsspannungen werden in einem Netzteiler aus dem zur Verfügung stehenden Lichtnetz erzeugt. Sie können auch an eine Kraftwagenbatterie angeschlossen werden, die über einen Wechsellrichter (Zerhacker) auch die Anodenspannungen liefert, oder sie sind Batterie-Koffergerate für den Betrieb aus Heiz- und Anodentrockenbatterien. Besonders in Kofferempfängern sind die Röhren weitgehend durch Transistoren (Fortfall der Heizbatterie) ersetzt. Die Einführung der Stereophonie ist in Entwicklung.

Die modernen Rundfunkempfänger sind außer für den Kurz-, Mittel- und Langwellenbereich (AM-Bereich), auch für den UKW-Bereich (FM-Bereich) eingerichtet. Wegen der unterschiedlichen Modulationsarten (AM, FM) und der verschiedenen Bandbreiten können nicht alle Teile des Empfängers auf beiden Bereichen verwendet werden. Für den FM-Bereich werden (BILD 4) eine besondere Vorröhre und ein Verhältnisdetektor (ratio-detector, Diskriminator), der zur FM-Demodulation und zugleich zur Amplitudenbegrenzung dient, und besondere Zwischenfrequenzfilter für 10,7 MHz verwendet.

GESCHICHTE. Auf Grund der von FARADAY 1831 entdeckten Induktion hat MAXWELL 1865 vorausgesagt, daß es eine elektromagnet. Strahlung geben müsse, die dem Licht verwandt sei und sich von ihm nur durch die Wellenlänge unterscheide. Der Nachweis dieser Strahlung durch Versuche auf Grund der Forschungen FEDDERSENS gelang 1888 HEINRICH HERTZ. Nach Erfindung eines empfindlichen Detektors (Kohärer) durch BRANLY (1890) und der Hochantenne durch POPOW (1895) wurden die elektromagnet. Wellen durch MARCONI 1897 erfolgreich zur Nachrichtenübermittlung über eine Entfernung von 5 km verwendet. BRAUN, SLABY, WIEN konnten die Reichweite weiter vergrößern. Seit 1903 verwendet man ungedämpfte Wellen, die eine drahtlose Telefonie ermöglichen und seit 1913 (MEISSNER) durch Röhren erzeugt werden.

BERGTOLD: Die große Rundfunkfibel (1957); O. LIMANN: Funktechnik ohne Balast (1962).

Rupfen, großfädiges Jutegebe in Leinwandbindung (Hessian), wird rohfarbig zu Säcken, gefärbt oder bedruckt als Wandbespannstoff verwendet.

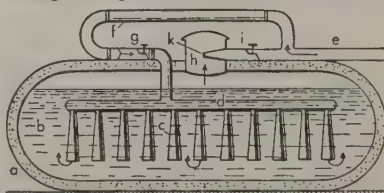
Ruß, tiefeswarzes Pulver, vorwiegend aus reinem Kohlenstoff (mikrokristallinem Graphit), das bei der unvollständigen Verbrennung organ. Stoffe entsteht. Techn. R. wird aus Teerprodukten, Erdgas, Azetylen u. a. nach verschiedenenartigen Verfahren hergestellt, meist bei vermindertem Luftzutritt. Verwendung als Farbmateriale zur Herstellung von Druckerschwärze, Tusche, Kohlenstiften für elektr. Zwecke, als Düngemittel (Gehalt an Spurenelementen) und als Kautschukfüllstoff.

Ruthenium, Ru, chem. Element, Platinmetall; Ordnungszahl 44, Massenzahlen 102, 101, 104, 100,

99, 96, 98, Atomgewicht 101,07; Schmelzpunkt über 2500°C, Siedepunkt 4900°C, Dichte 12,2 g/cm³. Vorkommen häufig im Rutilplatin, daneben im Laurit, RuS₂. Elementares R. ist grau, hart und sehr spröde (pulverisierbar). Wie Platin ist auch R. nur in Königswasser löslich. Zusätze von R. zu Platin oder zu anderen Platinmetallen ergeben Legierungen von besonders großer Härte; Verwendung z. B. für Spindnusen in der Reyonherstellung, ferner zur Herstellung einiger keramischer Farben.

Rutherford, Ernest, Lord, engl. Physiker, *1871, †1939, Prof. in Montreal, Manchester, Cambridge, stellte die Zerfallstheorie der radioaktiven Elemente auf und schuf durch ein Atommodell die Grundlage der heutigen Atomphysik. 1919 gelang ihm die erste künstl. Kernumwandlung. 1908 Nobelpreis für Chemie.

Ruthspeicher, nach JOH. K. RUTHS (*1879, †1935) benannter Wärmespeicher, bei dem überschüssiger Dampf in einen wärmeisolierten Behälter



Ruthspeicher: a isolierter Kessel, b Wasserfüllung, c Däusen für Dampfverteilung, d Verteilungsrohr, e Dampfzuleitung und -entnahme, f Überströmrohr, g Rückschlagventil zum Laden, h Dampfdom, i Rückschlagventil für Entnahme, k Lavalldüse zur Begrenzung der Entnahme, verhindert auch, daß der Dampf Wasser mitreißt.

mit heißem Wasser geleitet wird. Der kondensierende Dampf überhitzt das Wasser. Bei Druckentlastung wird der Dampf wieder frei.

Rutil, tetragonales Mineral TiO₂, rot bis schwarz, in säuligen Kristallen, häufig als feine Nadeln in Quarz, Korund, Granat, in denen es einen sternartigen Schimmer erzeugt. (→Asterismus)

Rutsche, Fördervorrichtung (Gleitbahn), auf der das Gut (Kohle, Getreide, Säcke) herabrutscht, eine schräge Rinne (Schütrinne, Schurre) oder schraubenförmig gewunden (Wendel-R.). - Die Schüttel-R. (Bergbau, Tunnelbau) ist eine waagerechte Rinne, die durch mechan. Antrieb ruckweise bewegt wird.

Rydbergkonstante, in den Serienformeln auftretende grundlegende Konstante der Atomphysik. Sie ergibt sich nach BOHR aus dem Wirkungsquantum h , der Elementarladung e und der Elektronenmasse m nach der Formel $\frac{2\pi^2me^4}{h^3}$ (RYDBERG, *1854, †1919).

S

S, CHEMIE: Zeichen für → Schwefel; PHYSIK: Abk. für Siemens. In der MATHEMATIK hat sich aus S durch Stilisierung das Integralzeichen $\int$ entwickelt. Als Summenzeichen benutzt man das griech. Σ .
s, Abk. für die Zeiteinheit Sekunde.

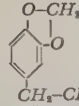
Saccharate, Verbindungen von Zucker mit Basen, z. B. Kalzium-, Strontium- und Bariumsaccharat. Die S. werden durch Kohlendioxid wieder zerlegt.

Saccharimetrie, Bestimmen der Konzentration von wäßrigen Rohrzuckerlösungen durch Messen der Dichte z. B. mit einem Aräometer, der Lichtbrechung mit einem Refraktometer, oder der Rechtsdrehung der Ebene des polarisierten Lichtes mit einem Polarisationsapparat (*Saccharimeter*).

Saccharin, Krystallöse, Benzoesäuresulfimid, $C_6H_4\langle\begin{smallmatrix} CO \\ SO_2 \end{smallmatrix}\rangle NH$, ein 1879 von FAHLBERG entdeckter künstl. Süßstoff. Die Süßkraft des S. ist ungefähr 500mal größer als die des Rohrzuckers, jedoch hat es keinen Nährwert, da es den Körper unverändert passiert. Es dient daher auch als Ersatz des Zuckers bei Zuckerkranken.

Safe, ein Stahlbehälter zum Aufbewahren von Geld oder Wertgegenständen, als Einmauertresor in die Wand eingelassen.

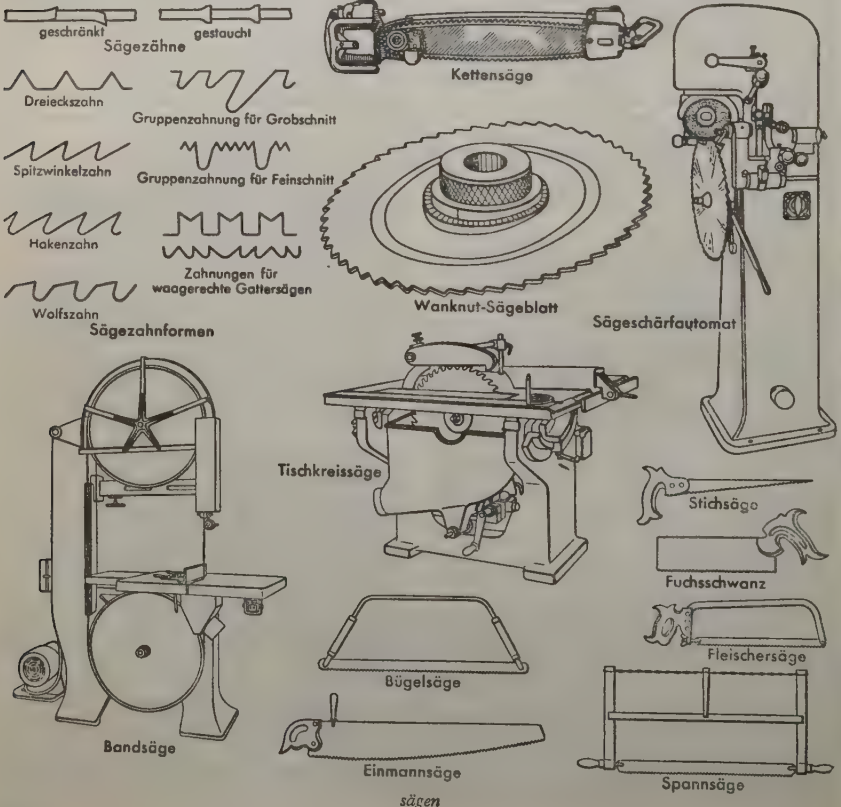
Safrol, ein Phenoläther der Formel:



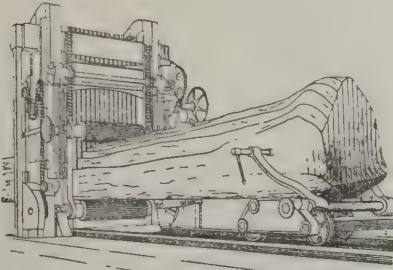
S. ist der Hauptbestandteil des Sassafrasöles und kommt im Kampferöl vor. Verwendung zur Seifenparfümierung, als *Isosafrol* zur Großfabrikation von Heliotropin (Piperonal).

Sägen, Verfahren der spanenden Formung, vorwiegend zum Trennen und Schlitzzen. Der wichtigste Teil einer Säge ist das **Sägeblatt**, das eine Anzahl von Schneiden (*Sägezähne*) trägt, die entweder abwechselnd nach links und rechts abgebogen (*geschränkt*) oder, durch Stauchen, an ihrer Spitze breiter gemacht sind als das Sägeblatt dick ist, um ein Klemmen des Blattes in der Schnittfuge zu vermeiden. *Handsägen* mit nicht gespanntem Sägeblatt sind der *Fuchsschwanz*, die *Stich-* oder *Lochsäge*, die *Schrot-* oder *Waldsäge*. Eingespannt in einen Holz- oder Stahlbügel ist es bei der *Spann-* und der *Bügel-*säge. Besondere Sägen sind: die *Furniersäge* zum Schneiden von Furnieren, die *Laubsäge*, die *Schweif-* oder *Dekupiersäge* zum Ausschneiden beliebiger Konturen, die *Gehrungssäge* zum Schneiden von Gehrungen, die *Klappsäge*, eine kurze, nach Taschenmesserart einklappbare Gärtnersäge, die *Baumsäge*.

Beim MASCHINELLEN S. wird dem Sägeblatt in der *Sägemaschine* eine hin- und hergehende (periodische) oder eine kontinuierl. Bewegung erteilt. Sägemaschinen mit hin- und hergehender Bewegung des Säge-



blattes sind z. B. die *Bügel sägemaschine* für die Metallbearbeitung und das *Gatter* für die Holzbearbeitung; beim Vertikalgatter, das nur bei der Abwärtsbewegung schneidet, zersägen mehrere (bis zu 20)



sägen: Vollgatter

parallel eingespannte Sägeblätter einen Baumstamm in Längsrichtung in mehrere Bretter; das Horizontaltäglich hat meist nur ein Sägeblatt, das im Hin- und im Hergang schneidet. Sägemaschinen mit kontinuierlicher Bewegung des Sägeblattes sind die *Bandsäge* mit Sägeblatt in Form eines endlosen Bandes, die *Kreissäge* mit kreisförmigem Sägeblatt; als *Besäumsäge* dient sie zum Beschneiden der Kanten von Brettern und Bohlen. Die *Wanknut-* oder *Taumsäge* ist eine Kreissäge mit schräg zur Spindelachse auf eine verstellbare Buchse aufgesetztem Sägeblatt, das während der Rotation flattert und dadurch Nuten in das Holz schneidet, die breiter als übliche Schnittfugen von Kreissägen sind. Die *Zylinder-* oder *Trommelkreissäge* hat einen auf einer Seite mit Zähnen versehenen Hohlzylinder, dient zur Erzeugung von Faßdauben, Holzscheiben und großen, kreisrunden Bohrungen. Die *Kettsäge* zum Fällen von Bäumen hat eine die Schneiden tragende endlose Kette, die von einem kleinen Verbrennungsmotor angetrieben wird. Bei der *Schlittensäge* führt ein Schlitten die Vorschubbewegung aus, bei der *Pendelsäge* ist das Kreissägeblatt an einem Pendelarm aufgehängt.

E. ZODEL: Neuzeitl. Sägewerkstechnik (1963);
H. WICHMANN: Maschinen und Werkzeuge der
spangebenden Holzbearbeitung (1951).

Sägewerk, Sägemühle, Schneidemühle, durch Wasserkraft, Dampfmaschine, Gas-, Diesel- oder Elektromotor betrieben, dient der Aufarbeitung des aus dem Wald kommenden Rundholzes zu Brettern, Bohlen, Balken, Kantholz usw. Die maschinelle Einrichtung besteht meist aus Gatter- und Kreissägen.

saiger, bergmännisch: senkrecht.

saigern, → seigern.

Saite, fadenförmiger elast. Körper aus Stahl, zusammengedrehten Därmen, Pflanzenfasern oder Seide. Gespannte S. ergeben durch Zupfen, Schlagen oder Streichen einen Klang. Die Schwingungen setzen sich aus →Eigenschwingungen zusammen. Die

Eigenfrequenzen f_n sind gegeben durch $f_n = \frac{n}{2l} \sqrt{\frac{p}{\rho}}$ (n = ganze Zahl, l = Länge, p = Spannung, ρ = Dichte der S.). Die bei Streich- und Lauteninstrumenten bevorzugten Darmsaiten werden aus Därmen von Lämmern hergestellt.

Salband, BERGBAU: Grenzfläche eines → Ganges.
Salzylsäure, o-Oxybenzoesäure, $C_6H_4(OH)(COOH)$, eine organ. Säure, deren Methyl ester sich z. B. als wesentlicher Bestandteil und Geruchsträger im Gaultheria- oder Wintergrünöl findet. Technisch wird die S. hergestellt nach der von SCHMITT verbesserten *Kolbe-Synthese*, bei der man auf trockenes Natriumphenolat im Autoklaven bei 125°C Kohlendioxid unter Druck einwirken läßt und die S. aus der wässrigen Lösung der Schmelze mit Mineralsäure fällt. Der Methyl ester wird durch Veresterung mit Methylalkohol gewonnen und als *künstl. Wintergrünöl* gehandelt. S. dient bes. zur Herstellung von

Azofarben, ihre Ester als Duftstoffe. In der Medizin dient die S. zu Verbänden, Mundwässern, als Hühneraugenmittel, für Puder u. a.

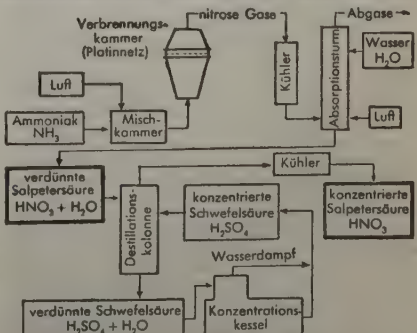
Salleiste, Selfkante, Egge, WEBEREI: die feste Webkante (Geweberand).

Salmiak, *Ammoniumchlorid*, NH_4Cl , ein weißes Kristallpulver, wird hergestellt, indem man Ammoniak in Salzsäure leitet. S. wird in der Medizin, Färberei, beim Löten sowie als Elektrolytlösung galvanischer Trockenelemente verwendet. *Salmiakgeist* ist die wäßrige Lösung von Ammoniak.

Salpeter, einige technisch wichtige Leichtmetall-salze der Salpetersäure, *Natron-S.*, Natriumnitrat, NaNO_3 , kommt als *Chile-S.*, mit kleinen Mengen von Kalzium- und Magnesiumsalzen und Spuren von Natriumperchlorat und -jodat verunreinigt in der Atacamawüste in Nordchile in großen Lagern vor. Bis zur neueren Entwicklung der techn. Verfahren zur Stickstoffbindung bildete er fast den einzigen Rohstoff zur Darstellung von Salpetersäure, Anilinfarbstoffen, Schieß- und Sprengstoffen; bes. diente er als Düngemittel. *Kali-S.*, Kaliumnitrat, KNO_3 , kommt als mineral. Ausscheidung (Nitro-kalium), vermutlich organ. Ursprungs, in kleinen Lagerstätten vor (*Indischer S.*, *Chinesischer Schnee*, *Chinasalz*). Heute wird Kali-S. durch Neutralisation synthet. Salpetersäure mit Kalilauge oder Kaliumkarbonat dargestellt. Die Umwandlung aus Chile-S. wird Konversion, das Produkt *Konversions-S.* oder *Mehl-S.* genannt. Verwendet wird Kali-S. zur Herstellung von Schwarzpulver und Feuerwerkskörpern, ferner in Pökelsalzmischungen, zur Darstellung von Kaliumnitrit u. a.

Ammonon-S. Ammoniumnitrat, NH_4NO_3 , wird durch Neutralisation von Salpetersäure mit Ammoniak dargestellt und bildet einen hochprozentigen Stickstoffdünger. Trockner Ammonon-S. verflüchtigt sich beim Glühen und zerfällt hierbei in Wasserdampf und Distickstoffdioxid. Mischungen mit Ammonon-S. sind **Ammonsulfat-S.**, **Leuna-S.**, $2NH_4NO_3 \cdot (NH_4)_2SO_4$, **Kalkammonon-S.**, $CaCO_3 + NH_4NO_3$, und **Kalkammonon-S.** – **Kalk-S.**, Kalziumnitrat, $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, bildet sich an Kalkwänden als **Mauer-S.** – Alle S. verursachen beim Auflösen in Wasser eine sehr starke Abkühlung; mit Eis gemischt ergeben sie vorzügl. Kältemischungen. In der Metalltechnik dienen Bäder von geschmolzenem Kali-S. und anderen Nitraten zum Abbeizen von Metalloberflächen und zur Wärmebehandlung, z.B. zum Aushärten, Vergüten von Leichtmetalllegierungen.

Salpetersäure, HNO_3 , eine wasserhelle, stehend riechende, rauchende Flüssigkeit vom spez. Gewicht 1,52, die bei $86^\circ C$ siedet, dabei teilweise zerfällt und bei $-42^\circ C$ kristallisiert. Sie ist ein sehr starkes Oxydationsmittel, das Phosphor in Phosphorsäure, Schwefel in Schwefelsäure überführt usw.; sie selbst reduziert sich hierbei in der Regel bis zum Stickoxid. Sättigt man hochkonzentrierte S. mit Stickstoffdioxid, so erhält man *rote rauchende S.*, die leichtbrennbare Stoffe entzünden kann. Gewöhn-



Salpetersäure: Herstellung und Konzentration

liche S. löst alle Metalle außer Gold und Platin, die nur in $\rightarrow$ Königswasser löslich sind, und einigen selteneren Metallen; manche Metalle, bes. Eisen, werden zwar von verdünnter S. heftig angegriffen, sind aber in hochkonzentrierter S. unlöslich. Da man mit S. Silber aus seiner Legierung mit Gold herauslösen kann, nannte man die Säure früher *Scheidewasser*. Zur Darstellung von S. wird zuerst $\rightarrow$ Ammoniak erzeugt, das dann durch Luft unter Verwendung geeigneter Katalysatoren (Platindrahtnetze oder pulverförm. Eisenoxid-Wismutoxid) zu Stickoxid verbrannt und in S. übergeführt werden kann (*Ostwald-Verfahren*). Ein älteres Verfahren ist die Herstellung im elektrischen Lichtbogen bei über 1000°C aus N_2 und O_2 (BIRKELAND-EYDE). Früher wurde S. auch durch Erhitzen von Chilesalpeter mit konzentrierter Schwefelsäure hergestellt. S. dient zum Lösen und Beizen von Metallen, zur Herstellung von Schieß-, Spreng- und Farbstoffen. Die Metallsalze der S., die *Nitrate*, sind leicht in Wasser löslich und vermögen wie die konzentrierte Säure oxydierend zu wirken. Bes. beim Erhitzen geben sie leicht Sauerstoff oder Stickstoffdioxid ab; mit brennbaren Stoffen ergeben sie Pulvermischungen von explosiven Eigenschaften (Schwarzpulver, Schießpulver, Feuerwerksätze). Über einzelne Nitrate vgl. die Artikel der betreffenden Metalle, ferner $\rightarrow$ Salpeter.

Zum Nachweis von S. und Nitraten in der Analyse dienen Färbungen, die mit Eisen(II)-sulfat oder mit organ. Stoffen wie Diphenylamin, Brucin unter bestimmten Reaktionsbedingungen entstehen, oder die Reduktion der S. zu Ammoniak mit unedlen Metallen in alkal. Lösung.

salpetrige Säure, HNO_2 , eine nur in verdünnter wässriger Lösung bekannte Säure, entsteht, wenn man verdünnte Lösungen ihrer Alkalisalze mit Schwefelsäure ansäuert. Die Salze der s. S., die *Nitrite*, sind meist sehr beständig. Setzt man ihnen starke Schwefelsäure zu, so bilden sich rote Dämpfe von Stickstoffdioxid (Unterschied zu den Nitraten).

Salvarsan, $As \cdot C_6H_4OH \cdot NH_2$
 $\parallel$
 $As \cdot C_6H_4OH \cdot NH_2 + 2HCl$, hochwirksames Heilmittel gegen Spirochäten- und Trypanosomenkrankheiten, bes. Syphilis; 1910 von EHRLICH und HATA entwickelt; eines der ersten vollsynthet. Heilmittel.

Salz, 1) im weiteren Sinne die Gruppe aller aus Ionen (Kation und Anion) aufgebauten Verbindungen (Elektrolyte), die nicht Säuren, Basen oder Oxide sind. Als Kationen in den S. treten Metalle, Metallkomplexe, das Ammoniumion, NH_4^+ , und in der organ. Chemie quartäre Ammoniumionen und verschiedenartige andere positiv geladene Moleküle oder Radikale auf. Als Anionen in den S. kommen die Reste sämtlicher anorgan. und organ. Säuren, ferner Komplexionen und negativ geladene organ. Moleküle vor. S. haben im festen Zustand ein aus ihren Ionen aufgebautes Kristallgitter. – Wichtige Bildungsreaktionen für S. sind: a) gegenseitige Neutralisation von Säuren oder sauren Oxiden mit Basen oder basischen Oxiden (Reaktionstyp: Säure + Base = Salz + Wasser); b) Umsetzung von Metallen mit Säuren (Metall + Säure = Salz + Wasserstoff); c) Umsetzung einer Säure mit einem anderen S. (Säure I + Salz II = Salz I + Säure II, „Verdrängung“); d) Vereinigung von 2 Elementen, deren eines positiv, deren anderes negativ werden kann (Element I + Element II = Salz [I, II]).

S. ohne einen Gehalt von Wasserstoffionen, H^+ , oder Hydroxylionen, OH^- , heißen *neutrale S.* Bei unvollständigem Ersatz von Säurewasserstoff entstehen *saurer S.*, *Hydrogen-S.*, die nach der Zahl der in der Säure ersetzten Wasserstoffe als *primäre*, *sekundäre*, *tertiäre S.* benannt werden. Bei unvollständigem Ersatz von Basenhydroxyl entstehen *basische S.*

Benennung der S. $\rightarrow$ Chemie, Abschn. Nomenklatur.

2) **Kochsalz**, ist Nahrungsmittel und Speisewürze, chemisch Natriumchlorid, $NaCl$. Es kommt als *Steinsalz* in großen Lagern in der Erde vor, bei Staßfurt, Sprenberg bei Berlin, Salzungen, Halle,

Berchtesgaden, Reichenhall, im Salzkammergut, in Galizien (Wieliczka) und Siebenbürgen. Diese Lager sind aus Salzseen oder aus Meeresteilen abgeschieden. Das Steinsalz wird bergmännisch gewonnen; es wird in Blöcken zutage gefördert oder mit Wasser aufgelöst. Die hohe Festigkeit der Salzgesteine gestattet die Herstellung großer Abbauräume (Kammern bis zu 2000 m³) ohne jeden Ausbau. Die Lagerstätte wird nur teilweise abgebaut (Kammerbau, Orterbau), während in gleichmäßigen Abständen Sicherheitspfeiler zur Unterstützung des Hangenden stehenbleiben (Abbauluste 20–25%). Die Salze werden fast ausschließlich durch Bohr- und Schießarbeit gewonnen, die erst neuerdings durch Schrämmaschinen unterstützt wird. Die Kalisalze werden durch Zerkleinerung, mechan. Aufbereitung und Löseverfahren zu verkaufsfähigen Produkten verarbeitet. *Sole* wird aus natürlichen Salzquellen (Solquellen) oder künstlichen Salzlösungen erhalten. Die Sole wird in Gradiertwerken konzentriert oder in Siedepfannen versotten. Die S. erzeugenden Werke heißen *Salinen*. Als *Seesalz* kommt das Kochsalz in den Meeren vor. Die Weltmeere haben etwa 2,7% Salzgehalt, das Mittelmeer 3%, das Tote Meer 8%. Am Mittelmeer und in Amerika leitet man Meerwasser in Becken, in denen das Wasser verdunstet und S. zurückbleibt. Das Kochsalz kristallisiert in Würfeln. Es ist durch geringen Gehalt an Kaliumsulfat und Magnesiumchlorid feuchtigkeitanziehend und ballt sich daher bei längerem Stehen zu Klumpen zusammen (Vermeidung durch Zusatz von Natriumphosphat). Von Magnesiumsalzen freies *Speise- oder Tafelsalz* hat einen Reinheitsgrad von 97,5 bis 99,5%. *Viehsalz* ist mit rotem Eisenoxid denaturiertes Kochsalz. – Der gesamte Kochsalzverbrauch des Menschen beträgt etwa 7 kg im Jahr. In der Chemie und Technik dient Kochsalz zur Herstellung von Natrium, Chlor, Salzsäure, Glaubersalz, von Glasuren, zur Seifenbereitung, zum Haltbarmachen von Lebensmitteln, zur Konservierung von Häuten und Fellen, zu Kältemischungen. Die Welterzeugung an Kochsalz wird 1961 auf rd. 87,5 Mio t geschätzt; davon erzeugte die Bundesrep. Deutschland (Stein-, Siede- und Sole Salz zusammen) 4 680 000 t.

GESCHICHTLICHES. Das Kochsalz war der Menschheit schon seit Urzeiten unentbehrlich. Die zahlr. Salzquellen Deutschlands schufen völkerverbindenden Handel. Aus der in Salzbrunnen geschöpften Sole wurde in Pfannen S. ausgesotten (*Siedesalz*). Als erste Salinenstädte erscheinen Lüneburg (956), Reichenhall (1163) und Hallein (1176).

Salzsäure, die wässrige Lösung von Chlorwasserstoff, HCl . Zur Darstellung von S. leitet man den Chlorwasserstoff durch eine lange Kette von Steinzeuggefäßen (Tourills), in denen Wasser dem Gastrom entgegenfließt; hierdurch wird eine vollkommene Sättigung des Wassers mit Chlorwasserstoff erzielt. Die so gewonnene gelbliche rohe S. wird durch Waschen mit Mineralölen und durch Destillation gereinigt. Bei gewöhnl. Temperatur nimmt ein Raumteil Wasser etwa 450 Raumteile Chlorwasserstoff auf. Es entsteht eine farblose, 42prozentige, an der Luft rauchende, stark saure Flüssigkeit vom spez. Gewicht 1,2 (*rauchende S.*). Leitet man bei gewöhnlicher Temperatur Luft durch diese Säure, so geht sie unter Entweichen von Chlorwasserstoff in eine 25prozentige Säure über (*konzentrierte S.*). Wird diese zum Sieden erhitzt, so verdunstet sie sich bis zu einer 20prozentigen Säure. S. gehört zu den stärksten Säuren. Sie löst unedle Metalle, wie Zink, Eisen, Nickel, Zinn, unter Wasserstoffentwicklung. S. ist ein Bestandteil des Magensaftes aller Wirbeltiere; im Magensaft des Menschen sind etwa 0,3% enthalten. Verwendung: in der Farbenindustrie, in der Metallurgie, zur Darstellung von Chlor, im Haushalt als Reinigungsmittel usw.

Salzschnmelzen, verflüssigte Salze, werden zum Abdecken und Reinigen von Metallschnmelzen verwendet. Sie sollen den Zutritt von Luft verhindern und nötigenfalls die Auflösung meist oxydischer

Verunreinigungen oder oxydischer Häute bewirken, die ein Zusammenschmelzen stören.

Samarium, Sm, chem. Element aus der Gruppe der Lanthaniden; Ordnungszahl 62, Massenzahlen 152, 154, 147, 149, 148, 150, 144. Atomgewicht 150,35; das Isotop mit der Massenzahl 148 ist schwach radioaktiv (α -Zerfall mit sehr langer Halbwertszeit). Schmelzpunkt 1052°C, Siedepunkt nicht genau bekannt, Dichte 7,7 g/cm³. S. kommt in der Natur in chemisch gebundener Form im *Samariskit*, im *Zerit* ($\rightarrow$ Zer) und in einigen anderen seltenen Mineralien, meist als Begleiter anderer Lanthaniden, vor.

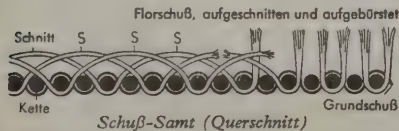
Sämaschine, die $\rightarrow$ Drillmaschine.

Sämischerbung, Gerben von Schaffellen oder Häuten von Rehen, Renttieren usw. mit Dorsch- oder Robbentran, der in die feuchte Haut eingewalkt wird und beim Trocknen der Haut in warmer Luft oxydiert.

Sammelmulde, Becken, in dem Abtragungsschutt gesammelt wird und Sedimente abgelagert werden, z. T. marin, limnisch oder terrestrisch.

Sammelschiene, 1) in Schalt- und Umspannwerken sowie hinter Schalttafeln verwendete flache Kupfer-, Aluminium- oder Magnesiumschiene, an der mehrere ankommende oder abgehende Leitungen zusammengeführt werden. 2) Hochspannungsfertleitung, die mit mehreren Kraft- und Umspannwerken in Verbindung steht und sowohl für Energieaustausch wie für Energietransport auf weite Strecken bestimmt ist ($\rightarrow$ Verbundwirtschaft).

Samt, **Sammet**, Gewebe mit aufrechtstehendem, kurzem Faserflor (Pol) auf der rechten Wareseite. Der Flor besteht aus Baumwolle, Seide oder Chemiefasern. Herstellung: Beim *Kett-S.* (Velours) wird die Flordecke durch eine besondere Polkette gebildet, deren Noppen an den Schußfäden hängen und während des Webens durch ein Messer aufgeschnitten werden, gleichgültig, ob die Ware als

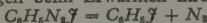


Ruten-S. oder *Doppel-S.* hergestellt wird. Beim *Schuß-S.* werden die auf der rechten Seite flottierenden Florschüsse erst nach dem Weben aufgeschnitten und die Florrippen hängen an den Kettfäden. *Velvet* hat eine glatte Flordecke, *Rippen-S.* (Manchester, Cord-S.) längsverlaufende S.-Rippen. – *Gewirkter S.* ist eine Kettenwirkware mit langen Platinemaschinen, die nachträglich aufgeschnitten werden. – S.-Imitationen (Velveton, Leder-S.) entstehen durch Aufrauhern (Rauh-S.) oder Beflocken glatter Gewebe.

Sanatron, die Weiterentwicklung eines $\rightarrow$ Phantastrons, bei der eine Verstärkerröhre für den linearen Hinlauf der Impulsspannung und eine andere Verstärkerröhre für die Erfüllung der Rückkopplungsbedingungen vorgesehen sind.

Sand, loses Sedimentgestein, aus anderen Gesteinen durch Verwitterung und Transport mittels Wasser oder Wind entstanden, gelblichweiß bis hellbraun, besteht aus 0,1 bis 1 mm großen Teilchen. Am häufigsten ist Quarz-S. mit bis zu 99,8 % Quarz; Beimengungen sind Glimmer, Ton (*Form-S.*), Granat, Magnetit u. a. Mineralien, die stellenweise auch vorherrschend (Kalk-, Dolomit-, Magnetit-, Monazit-S.). Vulkanische S. sind meist schwarze, lockere Ergußgesteine. $\rightarrow$ Körnung 2).

Sandmeyerische Reaktion, nach T. SANDMEYER (1854–1922), Ersatz der Aminogruppe am aromatischen Kern über die Diazoniumhalogenide durch Halogen beim Erwärmen ihrer Lösungen:



Bei den Diazoniumchloriden und Bromiden erfordert die S. R. die Anwesenheit von Kupfer oder Kupfer(I)-chlorid oder -bromid.

Sandpapier, festes, zähes Papier, mit Leimlösung bestrichen und mit scharfem, feinem Sand oder Schleifmitteln bestreut, zum Schleifen von Holz, Horn, Leder u. ä.

Sandstein, ein Sedimentgestein, entstanden aus der Verfestigung von Quarzsand ($\rightarrow$ Sand) durch ein Bindemittel. Außer Quarzkörnern enthält der S. vereinzelt mikroskopisch kleine Zirkone und Turmaline, oft auch mit bloßem Auge sichtbare Mineralien, z. B. Glimmer, Glaukonit, seltener Bleiglanz, Kupfererze, Silbererze und gediegenes Silber, Phosphoritknollen oder reichlichen Feldspat. Das Bindemittel ist bald tonig oder kaolinisch, bald karbonatisch und dann meist Kalkspat, mergelig, kieselig, Eisenhydroxid oder Eisenoxid. Kaolinischer S. wird zu feuerfesten Gestellsteinen benutzt, mancher kieselige S. zu Schleif- und Mühlsteinen.

Sandstrahlgebläse, Gerät zum Reinigen harter Gegenstände, bei dem durch Druckluft Sand oder etwa kubische Stahldrahtstücke mit etwa 7 atü gegen die zu bearbeitende Oberfläche geschleudert werden. Mit dem S. können auch Gegenstände mattiert oder durch Auflagen von Schablonen Muster erzeugt werden. Zum Reinigen von Stahlgußstücken wird Sand von 1 bis 2 mm, zum Mattieren Sand von 0,2 bis 0,5 mm Korngröße verwendet. Da der Sand den menschl. Organismus angreift, sind Schutzmaßnahmen erforderlich.

Sandwich-Platte, ein Halbzeug im Leicht- und Flugzeugbau, besteht aus zwei Ebenen, meist parallelen Gurtblechen, die durch mit ihnen verschweißte Kernbleche beaufest verbunden sind.

Sandin, der monokline Kalifeldspat, besonders der Trachyt.

Sankey-Diagramm (nach H. R. SANKEY), graph. Darstellung eines Energieumsatzes, bei der die am Anfang vorhandene Energie als breite bandförmige Fläche gezeichnet wird. Die während des Energieumsatzes eintretenden Verluste werden vom zuerst breiten Band als ihrem Anteil entsprechend schmale Flächenstreifen seitlich abgezweigt. Der in der ursprünglichen Richtung verbleibende Streifen stellt die nutzbare Energie dar (BILD Abbampfer).

Saphir, $\rightarrow$ Korund.

Saponine, in Pflanzen weit verbreitete Glukoside, deren wäßrige Lösungen schäumen, ohne waschaktiv zu sein ($\rightarrow$ waschaktive Substanz).

Saponit, $\rightarrow$ Chrysotil.

Sapropel, Faulschlamm, entstanden aus Organismenresten und kalkigem, kieseligem oder tonigem Material in ruhigen Gewässern.

Sapropelite, Faulschlammgesteine, z. B. $\rightarrow$ Ölschiefer.

Sarkosin, Methylaminoessigsäure, Methylglyzin, $CH_3-NH-CH_2-COOH$, ist im Muskelsaft der Wirbeltiere sowie in Organen von Hummern, Krabben, Seesternen und Seeigeln enthalten. Auf chem. Wege gewonnenes S. ist Ausgangsprodukt für die techn. Herstellung von Fettsäurederivaten, wie z. B. Ölsäuresarkosinatrium. Die *Sarkoside* werden in kleinem Umfang wegen ihrer grenzflächenaktiven Eigenschaften und ihrer guten Hautverträglichkeit in Reinigungsmitteln verwendet.

Satellit, 1) ASTRONOMIE: $\rightarrow$ Monde; 2) ASTRONAUTIK: $\rightarrow$ Erdsatellit.

Satellitenraum eines Himmelskörpers, die $\rightarrow$ Gravitationsphäre.

Satin, franz. Grenz. Gewebe- und Bindungsbezeichnung, $\rightarrow$ Atlas.

satinieren, glätten.

Sattel, $\rightarrow$ Faltung.

Sattelholz, **Schirrholz**, **Trumholz**, ein Kantholz, wird zur Verbreiterung des Auflagers einer Holzstütze und zur Verringerung der Stützweite von Unterzügen zwischen Holzunterzug und Holzstütze eingefügt und mit dem Unterzug fest verbunden.

Sattelschlepper, Zugfahrzeug für einen einachsigen aufgesattelten Anhänger.

Sättigung, 1) CHEMIE: Herstellung einer gesättigten Lösung; auch $\rightarrow$ Absättigung.

2) FARBMETRIK: eines der Empfindungselemente bei Farben neben Farbtön und Helligkeit.

3) **PHYSIK:** eine obere Grenze, die von einer physikal. Größe erreicht, aber nicht überschritten werden kann, z. B. S. der Magnetisierung, des elektr. Stromes in der Verstärkerröhre, u. a.

Saturation, ZUCKERFABRIKATION: die Abscheidung des dem Zuckersaft zugesetzten Kalkes durch Einleitung eines Füllungsmitteis, z. B. von Kohlendioxid (*Karbonatation*) oder schwefliger Säure.

Saturn (TAFEL Sonne und Sonnensystem), nach Jupiter der größte Planet (Zeichen ♄) mit einem Äquatordurchmesser von $120,57 \cdot 10^3$ km und einer Abplattung von 1:10,4, dessen Abstand von der Erde zwischen 1200 und 1650 Millionen km schwankt. Seine Masse ist die 95,22fache Erdmasse. Die Umlaufzeit beträgt 29,46 Jahre, die Rotation 10 h 14 min, die Oberflächentemperatur -153°C , der mittlere Abstand von der Sonne $1,42 \cdot 10^9$ km. Seine Oberfläche gleicht der des Jupiter; sie wird gebildet von einer ausgedehnten Atmosphäre, die mehr Methan (CH_4), aber weniger Ammoniak (NH_3) enthält als bei Jupiter, und die sehr reich an Wasserstoff ist. Der feste Kern mit einer darüberliegenden Eiskecke ist wahrscheinlich viel kleiner als beim Jupiter, die äußere Wasserstoffatmosphäre aber viel ausgedehnter, da sonst die geringe Dichte von $0,68 \text{ g/cm}^3$ unverständlich wäre.

Der Ring des S., 1610 von GALILEI gesehen, 1655 von HUYGENS als Ring erkannt, hat einen Innendurchmesser von 1,194 und einen Außendurchmesser von 2,310 Halbmessern des S.; er besteht aus Meteoriten und meteorit. Staubteilchen, die den Planeten in dessen Äquatorebene in kreisförmigen Bahnen umlaufen. Wahrscheinlich handelt es sich um die Bruchstücke eines früheren Mondes, der von der Gezeitenwirkung des S. zerstört wurde. Aus der Cassinischen und der Enckeschen Teilung sind die Staubteilchen infolge der Störungen durch die Monde herausgetrieben worden.

Neun Monde des S. sind bekannt, mit Durchmessern zwischen etwa 300 und 4600 km (Titan). Titan ist der einzige Mond im Planetensystem, der anscheinend eine dünne Atmosphäre besitzt, die in der Zusammensetzung der des S. gleicht. Der äußerste Mond Phoebe bewegt sich rückläufig. Die Existenz eines 10. Mondes ist nicht gesichert.

Satzwerkzeuge, FERTIGUNGSTECHNIK: umlaufende spanende Werkzeuge, die zur Erzielung zusammengesetzter Formen auf derselben Achse nebeneinander angeordnet, gleichzeitig arbeiten, z. B. Fräser oder Schleifscheiben.

Säuerling, Mineralquelle mit mehr als 1000 mg/l freiem Kohlendioxid.

Sauerstoff, O, chem. Element, Nichtmetall; Ordnungszahl 8, Massenzahlen 16, 18, 17, Atomgewicht 16,0000; Schmelzpunkt $-218,7^\circ\text{C}$, Siedepunkt $-182,97^\circ\text{C}$, Dichte des gasförm. S. $1,42895 \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^3$. Für die den Menschen umgebende Natur ist der S. das häufigste Element überhaupt, da gewichtsmäßig etwa 50 % der oberen Erdrinde, 89 % des Wassers und 23 % der Luft aus S. bestehen. Dabei enthält die Luft den S. in chemisch reiner Form, während er im Wasser an den Wasserstoff, in der Erdkruste oft an Metalle chemisch gebunden ist. Die Reindarstellung erfolgt technisch meist durch die Verflüssigung und anschließende fraktionierte Destillation von Luft, im Laboratorium durch Elektrolyse des Wassers (H_2O), oder durch Erhitzung von Kaliumchlorat, KClO_3 , Kaliumpermanganat, KMnO_4 , Wasserstoffperoxid, H_2O_2 . Gasförmiger S. ist farb- und geruchlos, flüssiger oder fester S. von hellblauer Färbung. Die Moleküle des gewöhnlichen S.-Gases bestehen aus zwei S.-Atomen (O_2), die des $\rightarrow$ Ozons aus drei (O_3). S. reagiert chemisch – teilweise sehr lebhaft – mit allen anderen Elementen mit Ausnahme der Edelgase. Die entstehenden Verbindungen heißen $\rightarrow$ Oxide. Wichtige, langsam erfolgende Oxydationsprozesse sind u. a. die energieliefernden chemischen Umsetzungen in fast allen Lebewesen. Das Einbringen von reinem oder nur wenig mit Stickstoff verdünntem S. in die Lungen beschleunigt den Körperstoffwechsel und wird deshalb z. B. nach Gasvergiftungen, bei Lun-

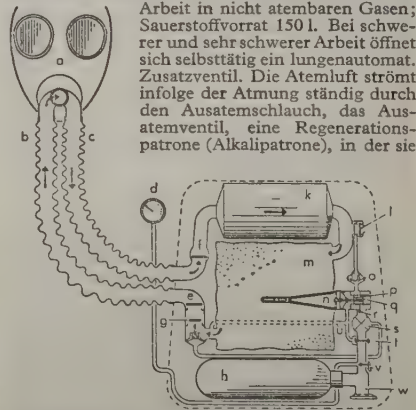
genentzündungen und als „Zusatzatmung“ beim Aufenthalt in verdünnter Höhenluft durch $\rightarrow$ Sauerstoffgeräte vorgenommen. In abgeschlossenen Räumen muß der durch die Atmung verbrauchte S. ergänzt werden; in der freien Natur besorgen dies die grünen Pflanzen durch Assimilation. Reiner S., den man z. B. auch zum autogenen Schweißen und für Raketenantriebe benötigt, wird entweder in Druckbehältern oder in verflüssigtem Zustand bei Normaldruck offen transportiert.

S. wird zum Schweißen, Brennen im $\rightarrow$ Sauerstoffgebläse, zu Sprengzwecken (Oxylikuitverfahren), beim Raketenantrieb, in Atmungsgeräten und bei einigen chem. Umsetzungen verwendet. Man weist reinen S. an seiner Fähigkeit nach, einen an Luft nur schwach glimmenden Holzspan zum hellen Aufleuchten und Entflammen zu bringen.

S. wurde unabhängig von SCHEEL (1771) und PRIESTLEY (1774) entdeckt und von LAVOISIER in seiner überragenden Bedeutung für die Oxydations-, Verbrennungs- und Atmungsvorgänge erkannt.

Sauerstoffgebläse, Knallgasgebläse, Gebläse zur Erzeugung sehr hoher Temperaturen, wie sie z. B. zum Schmelzen von Quarzglas, Quarzgut und Platinmetallen, zum autogenen Schweißen und zur Gewinnung von künstl. Saphiren und Rubinen aus dem Schmelzfluß notwendig sind. Das S. besteht aus zwei konzentrischen Rohren: durch das äußere wird Wasserstoff oder Acetylen, durch das innere Sauerstoff zugeführt. Die Gase vermischen sich erst an der Entzündungsstelle (BILD Knallgas).

Sauerstoffgeräte sind Atemschutzgeräte, die den Träger unabhängig von der Zufuhr atembarer Luft von außen machen. Das Sauerstoff-Kleingaschutzgerät ermöglicht eine mindestens einstündige Arbeit in nicht atembaren Gasen; Sauerstoffvorrat 150 l. Bei schwerer und sehr schwerer Arbeit öffnet sich selbsttätig ein Lungenautomat. Zusatzventil. Die Atemluft strömt infolge der Atmung ständig durch den Ausatemschlauch, das Ausatemventil, eine Regenerationspatrone (Alkalipatrone), in der sie



Sauerstoffgeräte: Schema eines Bergbaugerätes: a Maske, b Einatemschlauch, c Ausatemschlauch, d Druckmesser (Finimeter), e Einatemventil, f Ausatemventil, g Warnsignal, h Sauerstoff-Flasche, i Alkalipatrone, l Überdruckventil, zugleich Spülventil, m Atembeutel, n Steuerhebel, o Spülpumpe, p Lungenautomatisches Ventil, q Lungenautomatisches Zusatzventil, r Drosseldüse zum Ventil p, s Druckminderventil, t Handzusatzventil, u Sauerstoffleitung, v Absperrventil für Druckmessleitung, w Verschlußventil der Sauerstoff-Flasche. Der Atemkreislauf ist durch Pfeile gekennzeichnet.

vom Kohlendioxid befreit und mit Sauerstoff gemischt wird, zur Maske zurück (Kreislaufgerät). Beim Bergbau-Gerät (BILD) wird der Sauerstoffbedarf rein lungenautomatisch gedeckt. Gebrauchsdauer: 5 bis 7 Stunden bei schwerer Arbeit, 18 bei Ruhe. Beim Höhenatmer wird die Sauerstoffkonzentration abhängig von der Höhe und vom Verbrauch geregelt; kein Kreislaufgerät, Sauerstoffvorrat bis zu 5 Stunden.

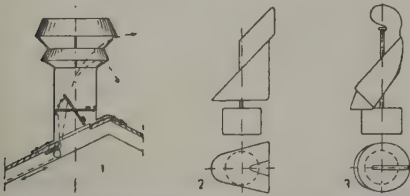
Weitere S. sind die einfachen $\rightarrow$ Tauchgeräte.

Sauerstoffmetallurgie, die Anwendung technisch reinen Sauerstoffs (95 bis 99,5 % O_2) beim Erhitzen von Metallen, insbes. Eisen. Durch Auf- oder Einblasen von O_2 auf oder in die Schmelze mit wassergekühlten Düsen, den *Sauerstoffanlagen*, wird das Frischen und die Temperatursteigerung der Schmelze zum Einschmelzen von kaltem, 'festem' Einsatz, vornehmlich Schrott, beschleunigt. Das *O_2 -Aufblase-Verfahren* wird für das Frischen von flüssigem Roheisen in einem, dem Thomasstahlkonverter ähnlichen 'Tiegel' (bis 200 t Fassungsvermögen) mit geschlossenem Boden durchgeführt (*LD-Verfahren*, *Linz-Donawitzer [Düsen-] Verfahren*, Blasezeit 20–30 Min.) oder in einem trommel- oder konverterartigen Ofen (Blasezeit 50 bis 60 Min.). Für den normalen Betrieb wird ein Stahleisen mit weniger als 0,4 % P eingesetzt. Doch läßt sich auch das Thomasroheisen mit rd. 2 % P in Stahl umwandeln, wenn man durch die Sauerstoffanlage Kalkpulver zugleich mit dem Sauerstoff einführt und mit zwei Schlacken arbeitet, d. h. unter Entfernen der ersten, hochphosphorhaltigen Schlacke und neuer Zugabe von Kalk (*LDAC- oder OLP-Verfahren*).

Saugdüse, *Venturirohr*, ein Rohr mit einer Verengung zur Messung von Durchflußgeschwindigkeiten oder Durchflußmengen. Die durch das Rohr strömende Flüssigkeit (oder Luft) wird durch die Verengung auf höhere Geschwindigkeit und niederen Druck, in der folgenden Erweiterung aber nahezu wieder in den ursprüngl. Zustand gebracht. Die Durchflußgeschwindigkeit oder -menge ist der Wurzel aus dem Druckunterschied zwischen der vorderen Öffnung und der engsten Stelle proportional; dieser Druckunterschied wird gemessen.

Saughöhe, bei *PUMPENANLAGEN* der Unterdruck in m Flüssigkeits-Säule am Pumpensaugstutzen, bei Wasser theoretisch etwa 10 m, in der Praxis etwa 7 m; bei *WASSERKRAFTANLAGEN* der Höhenunterschied zwischen Laufrad der Überdruckturbine und Unterwasserspiegel.

Saugkopf, *Sauger*, *Deflektor*, aerodynamisch geformter Schornstein- oder Lüftungsaufsatz, oft



Saugkopf: 1 Dachaufsatz mit Sauger und Stellklappe. 2 Savonius-Saughaube. 3 Beweglicher Saugkopf. (John, Erfurt)

drehbar, mit Windleitblechen, zur Abführung der Rauchgase oder verbrauchter Luft aus Hallen (Dachaufsatz) und Fahrzeugen durch den Wind.

Saugkorb, das untere Ende der Pumpensaugleitung, aus Draht oder gelochtem Blech hergestellt, zur Fernhaltung von Verunreinigungen von der Pumpe; bei verschmutztem Wasser wird zusätzlich oft noch ein Weidenkorb verwendet.

Saugkreis, *FUNKTECHNIK*: auf einen störenden Sender abgestimmter Schwingungskreis, der z. B. an die Antennenleitung eines Empfängers angekoppelt wird, um den Empfang dieses Senders zu unterdrücken.

Sauna, ein Dampf- und Heißluftbad nach finnischer Art, meist eine Holzhütte mit Vor- und Ruheraum und dem eigentlichen Badraum mit einem großen gemauerten und von außen beschickten Ofen, der eine lose Steinpackung als Hitzespeicher enthält und zur Dampfbildung mit Wasser besprengt wird.

Säure, eine chem. Verbindung, die in Wasser gelöst durch $\rightarrow$ Dissoziation freie Wasserstoffionen

abgibt ($\rightarrow$ Wasserstoffionenkonzentration). Die Lösungen schmecken sauer, verändern die Farbe der Indikatorfarbstoffe (z. B. Lackmus nach Rot), sind Elektrolyte, werden durch Basen, Alkalien neutralisiert und lösen oft Metalle unter Bildung von deren Salzen auf. Je höher der Grad ihrer Dissoziation ist (in Wasserstoffion und S.-Rest), desto größer ist die *Säurestärke*. Nach der Anzahl der an einem Molekül der S. ablösbaren Wasserstoffionen unterscheidet man *ein-, zwei-, drei-, mehrbasige* S. In Stoffsystemen mit nichtwässrigen Lösungsmitteln werden *säureanaloge* Stoffe die genannt, die das gleiche Kation wie das Lösungsmittel abspalten, z. B. in wässriger Ammoniaklösung das Ammoniumion.

Säurefarbstoffe, die wasserlöslich, organ., sauren Wollfarbstoffe; nach ihrer Konstitution vorwiegend die Azo-, Triphenylmethan-, Anthrachinon-, Nitro-, Pyrazolon-, Chinolingelb- und Azinfarbstoffe. Die S. sind vorwiegend als Natriumsalze zum Färben eiweißhaltiger tierischer Fasern im Handel.

Säurezahl, die Anzahl mg Kaliumhydroxid, die zur Neutralisation der in 1 g Fett vorhandenen freien Fettsäuren erforderlich sind; kann zur Altersbestimmung von Fetten dienen, da der Gehalt eines Fettes an Fettsäuren infolge Hydrolyse mit dem Alter zunimmt.

Sb, chem. Zeichen für $\rightarrow$ Antimon.

sb, Abk. für $\rightarrow$ Stöhl.

Sc, chem. Zeichen für $\rightarrow$ Skandium.

Scatter, *scattering*, *FUNKTECHNIK*: amerikan. Bezeichnung für die Streuung von UKW- und Mikrowellen in der Iono- oder Troposphäre, die eine Überreichweite (Überhorizontreichweite) zur Folge hat. Es gibt Richtfunklinien mit Streuverbindung (Überhorizontverbindung).

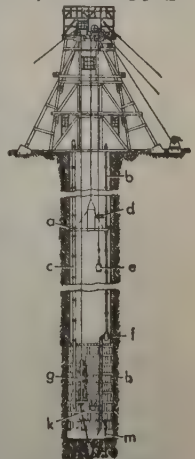
Schaber, Werkzeug zum Abnehmen feinsten Späne. Mit dem *Flachschaber* können z. B. Führungs- und Lagerflächen auf ihre Formgenauigkeit nachgearbeitet und mit einer Musterung versehen werden.

Schabotte, Teil des $\rightarrow$ Maschinenhammers.

Schacht, *BERGBAU*: ein nach unten geführter Grubenbau von quadratischem, rechteckigem, kreisrundem oder elliptischem Querschnitt. Es gibt *seigere* (senkrechte oder *Richt-S.*) und *tomlägige* (geneigte) S. Die S. dienen der Förderung (*Förder-S.*), der Wetterführung (*Wetter-S.*), der Wasserförderung (*Wasserhaltungs-S.*), der Personenförderung (*Seilfahrts-S.*), *Tages-S.* gehen von der Tagesoberfläche aus, *Blind-S.* beginnen unter Tage.

Der Querschnitt eines S., die *S.-Scheibe*, wird in Trumme (*Förder-, Fahr-, Wettertrumme*) unterteilt und hat bei *Haupt-S.* einen Durchmesser von 5–6 m. Die Wände eines S. werden als Stöße, sein oberes Ende als Hängebank und der unmittelbar unter der Erdoberfläche liegende Teil als *S.-Kopf* bezeichnet. Die Einmündung von Strecken in den S. heißt *Füllort*, sein tiefster Teil der *S.-Sumpf*; er muß fast immer durch Abteufpumpen entwässert werden.

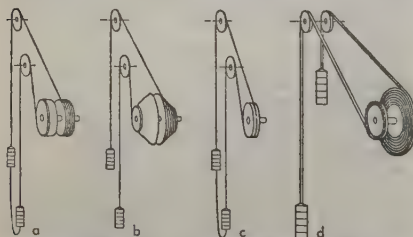
Das *S.-Abteufen* geschieht am einfachsten durch Bohr- und Schießarbeit im festen Gestein, wobei das Gebirge zunächst hereingewonnen und der neugeschaffene Raum erst später mit dem Ausbau versehen wird.



Schacht: a Schwebelampe, b Rohr für Druckluft, c Ventilationsrohr, d Spannrahmen, e Kübel, f Verteiler für Druckluft, g Aufhängpumpe, h verlängerbarer Auslass, k Leuchtungsampe, m Bohrhammer.

Schwieriger ist das Abteufen in wasserreichem Gebirge, wenn der Ausbau vor oder gleichzeitig mit der Hereingewinnung vorgenommen werden muß. Für einfache Verhältnisse und kleine Querschnitte wird die *Abtreibe- oder Getriebearbeit* angewendet, bei der Pfähle oder Bretter als Teile der Schachtwandung in diese eingefügt (angesteckt) und vor- oder abgetrieben werden. Beim *Senkschachtverfahren* wird die geschlossene S.-Wandung als Ganzes vorgetrieben. Ein anderes Verfahren ist das Schachtbohren mit Bohrern, die den vollen Querschnitt des S. hereingewinnen. Wasserführende Schichten durchteuft man mit dem *Gefrierverfahren*. Im Abstände von rd. 1 m werden um den herzustellenden S. Bohrlöcher bis ins wassertragende Gebirge niedergebracht, die mit Rohren versehen werden, in denen ein tiefgekühlter Kälteträger (Magnesiumchlorid-, Kalziumchloridlauge, Alkohol) zirkuliert. Innerhalb des von den Rohren umschlossenen Raumes entsteht ein festgefrorener Körper, in dem wie im festen Gestein abgeteuft werden kann. Eine Verfestigung und Wasserdurchlässigkeit des Gebirges erreicht man mit dem *Zementiervfahren* und den *chemischen Verfestigungsverfahren* durch Einpressen dünnflüssigen Zements oder chem. Lösungen (Gele).

Als *S.-Ausbau* wird bes. Ziegelmauerwerk verwendet. In stark wasserführendem Gebirge hat sich bisher der Gußringausbau (Tübbingausbau), aus gußeisernen Ringstücken mit Schraubenverbindungen und Bleidichtungen, als die einzige S.-Auskleidung erwiesen, die bei mehreren hundert Metern Teufe dem Druck einer entsprechenden Wassersäule bei absoluter Dichtheit noch standhalten kann. In geringerem Maße werden Beton und Stahlbeton verwendet. Holz- oder kombinierter Holz-Stahl-Ausbau ist nur für kleinere S. brauchbar (Blind-S.).



Schachtförderarten: a Trommelförderung mit zylindrischen Trommeln; b Trommelförderung mit Spiraltrommeln; c Koepeförderer mit Treibscheibe (Koepe-scheibe); d Bobinförderung.

Die *S.-Förderung* kann auf zwei Arten durchgeführt werden: *Gestellförderung*, bei der die das Haufwerk enthaltenden Förderwagen (→Hunde 2) zutage gefördert werden; bei der *Gefäßförderung* werden die Wagen in Fördergefäße ausgekippt.

TIEFSTE SCHÄCHTE

Land	Name und Lage des Schachtes	senkr. Tiefe (m)
Australien	Lancells (Bendigo-Grube)	1311
Belgien	Rieu de Coeur, Quaregnon (Mons)	1270
Deutschland	Radbod 2 bei Hamm	1116
England	Deep Pit Hanley	896
Frankreich	Ronchamp (Voges)	1020
Indien	Champion Reef Mine (Kolarfeld)	1998
Südafrika	Simmer and Jack, Witwatersrand	1930
Verein. Staaten	Lake Shores Mines, Ltd., Ontario	2461

Die tiefsten Grubenbaue der Welt (nicht S.) liegen auf der Ooregum-Grube im indischen Kolargoldfeld und haben eine Tiefe von 2810 m erreicht.

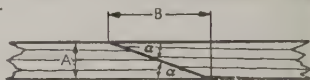
C. H. FRITZSCHE: Lehrbuch der Bergbaukunde, 2 Bde. (1: 10 1961, 2: 10 1962).

Schachtel, Verpackungsbehälter aus Pappe oder ähnl. Material. S. werden hergestellt aus einem Zugschnitt durch Falten als *Falt-S.*, durch Ziehen auf der Ziehmaschine als *gezogene S.*, durch Heften und Nieten als *geheftete S.* und als *gegossene S.* (→Pap-penguß).

Schachtofen, →Industrieöfen.

Schachtwandel, wendelförmige Förderrutsche, in der das Fördergut langsam und schonend abwärts gefördert werden kann.

Schäften, eine Holzverbindung, bei der die zu verbindenden Stücke vor der Verleimung keilförmig



schäften: A:B = 1:4, $\alpha \approx 15^\circ$

geschnitten werden, so daß Leim- und Berührungsfäche der angeschnittenen Holzfasern vergrößert und die Festigkeit der Verbindung erhöht werden.

Schäkel, SEEFAHRT: ein U-förmiger, mit einem Bolzen verschließbarer Bügel zum Verbinden von Ketten oder Takelageteilen.

Schale, BAUTECHNIK: dreidimensionales Tragwerk aus einfach oder doppelt gekrümmten Flächen. Bei der *Membran-S.* werden die Lasten im wesentl. durch Spannungen in Richtung der S.-Fläche übertragen. Bei anderen S. wird auch die Biegefestigkeit zur Übertragung der Lasten ausgenutzt. Die *S.-Bauweise*, die einen sehr geringen Baustoffverbrauch hat, wird bes. im Stahlbetonbau und im Stahlbau angewandt; im Flugzeugbau als →Sandwichbauweise. Im Metallbau werden zur Verhinderung des Beulens die S. meist durch Profilieren (z. B. Wellen) der S.-Haut ausgesteift.

W. FLÜGGE: Statik und Dynamik der S. (*1962);

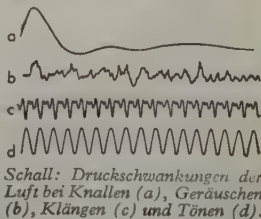
A. PFLÜGER: Elementare Schalenstatik (*1960).

Schälen, das Abdrehen von langen Werkstücken mit Bogenschnitten tragenden Werkzeugen; dient bes. zum Erhöhen der Durchmesserangauigkeit und Oberflächengüte von gewalztem Rundmaterial.

Schall, die →elastischen Schwingungen (Wellen) von gasförmigen, flüssigen und festen Körpern. Harmonische (reine) Schwingungen aus dem Bereich zwischen 20 und 20000 Hz werden als →Ton oder →Klang, unregelmäßig überlagerte als Geräusch empfunden.

Als elastische Wellen bestehen die S.-Wellen im allgemeinen vorwiegend in periodischen Dichteänderungen der Materie und sind dann also Longitudinalwellen. Schwingungen unterhalb des Hörbereiches heißen →Infraschall, oberhalb →Ultraschall. Die Höhe eines Tons wächst mit der Frequenz der S.-Schwingung.

Für die *Schallgeschwindigkeit v* in Gasen gilt für nicht zu große Druckamplituden und nicht zu große Frequenzen im freien Gasraum die LAPLACESche Formel: $v = \sqrt{\chi p / \rho}$ (χ mittlerer Druck, ρ mittlere Dichte, χ Verhältnis der spez. Wärmen). Für ideale Gase ist die S.-Geschwindigkeit allein von der Temperatur abhängig. Für extrem hohe Frequenzen ($\approx 3 \cdot 10^9$ Hz) bleibt die Temperatur während der Druckschwankungen konstant (*isotherme Kompression*), während es sich im normalen Frequenzbereich um *adiabatische Kompression* handelt. Im Gebiet der Eigenschwingungen der Moleküle von mehratomigen Gasen (z. B. Kohlendioxid, CO₂) ist die S.-Geschwindigkeit frequenzabhängig (*Schalldispersion*). – In Flüssigkeiten besteht kein merkl. Un-



Schall: Druckschwankungen der Luft bei Knallen (a), Geräuschen (b), Klängen (c) und Tönen (d).

SCHALLGESCHWINDIGKEITEN

in Gasen	m/s bei 0°C	in Flüssigkeiten	m/s bei 0°C
Luft	331	Wasser	1407
Sauerstoff	315	Äthylalkohol ..	1168
Stickstoff	351	Benzol	1324
Helium	971	Quecksilber	1460
Wasserstoff ..	1300	Glycerin	1923

terschied zwischen adiabatischer und isothermer Kompression. – In festen Körpern können neben Kompressionswellen (longitudinale Schwingungen) auch Scherungswellen (transversale Schwingungen) auftreten.

Nicht zu verwechseln mit der S.-Geschwindigkeit ist die *Schallschnelle*, die im allgemeinen örtlich und zeitlich veränderl. Wechselgeschwindigkeit der Teilchen des S.-Mediums (z.B. Luftmoleküle).

Als *Schalldruck*, *Schallwechseldruck* bezeichnet man den durch die S.-Schwingung hervorgerufenen wechselnden Druck, der mit geeigneten Mikrofonen gemessen werden kann. Von ihm ist zu unterscheiden der *Schallstrahlungsdruck*, *Schallgleichdruck*, der aus nichtlinearen Anteilen der Schallübertragung folgende, in Richtung der Schallausbreitung wirkende Druck auf Körper, deren Schallwellenwiderstand von dem des umgebenden Mediums abweicht.

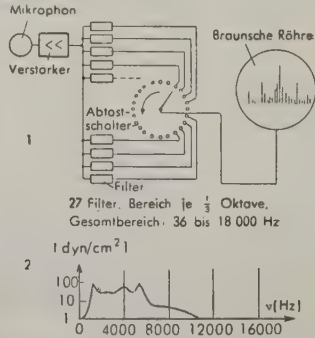
Der *Schallwellenwiderstand* ist das Verhältnis von S.-Druck zu S.-Schnelle, für ebene Wellen gleich dem Produkt aus mittlerer Dichte und Schallgeschwindigkeit. An der Grenzfläche zweier Medien mit gleichem S.-Wellenwiderstand findet keine *Schallreflexion* statt. Vollständige Reflexion tritt ein, wenn das Verhältnis der S.-Wellenwiderstände beider Medien Null oder unendlich ist. Im ersten Fall ist die *Schallhärte*, der mit der 2 π -fachen Frequenz der S.-Schwingung multiplizierte S.-Wellenwiderstand, des ersten Mediums sehr klein gegen die des zweiten (Reflexion an einer *schallharten* Wand, S.-Schnelle an der Grenzfläche gleich Null). Umgekehrt ist bei Reflexion an Grenzflächen zu einem *schallweichen* Medium der S.-Druck gleich Null.

Die *Schallstärke* ist die die Flächeneinheit in der Zeiteinheit durchströmende S.-Energie (*Schallleistungsdichte*). Das Integral der S.-Stärke über die die S.-Quelle einschließende Fläche, d. h. die gesamte je Zeiteinheit durch die Fläche strömende S.-Energie, ist die *Schalleistung*.

A. SOMMERFELD: Vorlesungen über theoret. Physik, 2: Mechanik der deformierbaren Medien (*1957); F. TRENDELENBURG: Einf. in die Akustik (*1962); L. BERGMANN u. C. SCHAEFFER: Lehrbuch der Experimentalphysik, 1 (*1961).

Schallanalyse, Schallspektroskopie, Verfahren zur Bestimmung von Amplitude und Frequenz der harmon. Anteile von Klängen und Geräuschen. Neben der *numerischen* oder *graph. Analyse* – auch mit Hilfe von mechan. Analysatoren – des registrierten Schallvorganges sind z. T. automatische *Schallanalytoren* entwickelt worden. Durch akust. (z. B. Helmholtz-Resonatoren) oder – nach Umwandlung in eine elektr. Spannung – durch elektr. Filter lassen sich die einzelnen harmon. Komponenten aussieben und nacheinander (*Tonfrequenzspektrometer*, *Visible-Speech-Verfahren*) oder gleichzeitig (*Oktavieanalyse*) registrieren und messen. Man kann auch umgekehrt den Schallvorgang einem in der Frequenz verschiebbaren Träger aufmodulieren und eines der entstehenden Seitenbänder durch Variation der Trägerfrequenz an einem feststehenden Filter vorbeiführen (*Suchtonverfahren*). Bei den *schallopischen Verfahren* mit Schallbeugungsgittern erzeugt der einem Ultraschallträger aufmodulierte Schallvorgang ein Interferenzfeld, das mit einem Mikrophon abgetastet wird. Erzeugt man durch den Schall an der Oberfläche eines

Quecksilberspiegels Kapillarwellen und beleuchtet sie unter flachem Winkel, so entstehen optische Beugungseffekte, die sich photographisch registrieren und auswerten lassen.



Schallanalyse: 1 Tonfrequenzspektrometer; 2 Spektrum des Zischlautes „Sch“.

Schallaufzeichnung, Phonographie, 1) Untersuchung des Schallvorganges, heute meist mit Hilfe von Mikrophon, Verstärker und Kathodenstrahl-oszillograph mit evtl. photograph. Registrierung (*Phonogramm*). 2) *Schallspeicherung*, zum Zwecke der späteren Wiedergabe: → Magnettonverfahren, → Nadeltonverfahren, → Lichttonverfahren.

Schalldämpfer, VERBRENNUNGSMOTOREN: Gerät zur Verminderung der Ansaug- und Auspuffgeräusche. Der S. soll die im Gasstrom enthaltenen Gaswechselströme ohne Leistungsverlust so glätten, daß sie unhörbar werden, wofür bes. die durch Verwirbelung und Abkühlung der Gase unterstützte Reflexion ausgenutzt wird. Der Effekt der Dämpfung durch Reflexion wird in Blechkammern erzielt, die Unterbrechungen der Rohrleitung umgeben und deren Abmessungen auf die zu dämpfende Frequenz abgestimmt werden (*BILD Auspuff*).

Schallmauer, eine starke Zunahme des Luftwiderstandes, die sich für ein Luftfahrzeug ergibt, das die Schallgeschwindigkeit erreichen oder überschreiten will. Da die Luft vor einem Körper, der sie mit Schallgeschwindigkeit zu durchdringen versucht, zusammendrückbar (kompressibel) wird, entsteht eine Stauung komprimierter Luft. Neben der Zunahme des Luftwiderstandes ergibt sich eine große Änderung des Auftriebes und eine Verlagerung des Angriffspunktes der Luftkraft; beim Erreichen der Schallgeschwindigkeit treten Verdichtungsstöße auf. Durchbricht ein Flugzeug die S., so gibt es auf der Erde einen Bereich, in dem die vom Flugzeug ausgehenden Schallwellen so ankommen, daß sich das Überschreiten der Schallgeschwindigkeit in einem starken Knall bemerkbar macht.

Schallortung, Standortbestimmung durch Geräuschpeilung, heute nur noch in der Schifffahrt angewandt. Bei der *passiven Ortung* wird das von dem zu ortenden Fahrzeug ausgesandte Propellergeräusch gepeilt. Als Empfänger dienen hauptsächlich Kristallempfänger (Kristallhydrophone), die in piezoelektr. Kristallen die im Wasser sich ausbreitenden Geräusche in elektr. Schwingungen umwandeln.

Durch Aufnahme eines am Objekt gleichzeitig ausgelösten Schall- und Licht- oder Funksignals sind auch bei der *passiven S. Richtung und Entfernung* bestimmbar (*Schallmeßverfahren* der Artillerie, *Abstandssignale* der Feuerschiffe).

Ein *aktives Schallortungsgerät* ist das → Echolot. **Schallplatte**, eine kreisrunde Platte als Träger von Schallaufzeichnungen. Zur Herstellung einer S. wird die Darbietung zunächst auf ein Magnettonband aufgenommen (→ Magnettonverfahren) und, oft mit Abänderungen, mit einem → Plattenschneider auf eine Lackfolie (Metallplatte mit Kunstharz-

Schallschutz – Schalter

lackschicht) überspielt, wobei die Schallrillen eingraviert werden. Die Folie wird dann mit einem Metallüberzug versehen, der in einem galvan. Bad verstärkt und anschließend von der Folie abgenommen wird. Diese erste Matrize dient zur Herstellung der eigentlichen Preßmatrizen. S. mit normalen Rillen für 78 U/min (30 und 25 cm $\varnothing$) bestehen aus Schellack mit Füllstoffen, während S. mit Mikro-Rillen für 45 U/min (17,5 cm $\varnothing$) und für 33 $\frac{1}{3}$ U/min (30 und 25 cm $\varnothing$) aus einem Kunststoff auf Vinylgrundlage hergestellt sind, wodurch das Rauschen vermindert und damit die Wiedergabe der hohen Frequenzen verbessert wird. Auf die beiden Seiten der S. werden die Matrizen mit einem Druck von etwa 100 at unter Erhitzen mit Dampf gepreßt. *Stereophonische S.* ermöglichen ein räuml. Hören. Die von zwei Mikrofonen aufgenommenen Darbietungen werden in einer Rille in zwei um 90° gegeneinander geneigte Richtungen eingeschnitten. Bei der Wiedergabe treibt die Nadel des Spezialtonabnehmers zwei Systeme an, so daß zwei den Mikrofonen entsprechende Lautsprecher erregt werden. Über das Abspielen von S. und über Füllschiffplatten, → Plattenspieler.

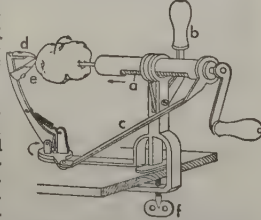
Schallschutz, → Lärm.

Schallsichtgerät, Ultraschall-Bildwandler, Gerät zur Materialprüfung mit Hilfe von Ultraschall (POHLMAN). Das mit Ultraschall bestrahlte Objekt wird in der Mittelebene einer flachen Küvette, in der sich eine Suspension von kleinsten Aluminiumfällchen befindet, akustisch abgebildet. Durch das Schallfeld wird auf die Teilchen je nach der örtlich vorhandenen Schallenergie eine verschieden große Richtwirkung ausgeübt. Dadurch wird auffallendes Licht verschieden stark reflektiert und das akustische in ein optisches Bild umgewandelt.

Schallspektroskopie, → Schallanalyse.

Schallwäscher, elektrisches Waschlöffelgerät, das durch Erzeugen von hochfrequenten mechanischen Schwingungen eine mechan. Bearbeitung der Wäsche in der Waschlauge bewirkt. Der Schwingungserzeuger ist eine durch den Wechselstrom des Netzes erregte elektromagnet. Membran, die in die Waschlauge getaucht wird, wobei sich die Membranvibrationen auf Lauge und Wäsche übertragen.

Schälmaschine,

1) Küchengerät zum Schälen von Kartoffeln und Obst durch Drehen des aufgespießten Schälgutes bei gleichzeitigem Vorschub entlang einem angeordneten Hobel.  2) S. für Fourniere, → furnieren.

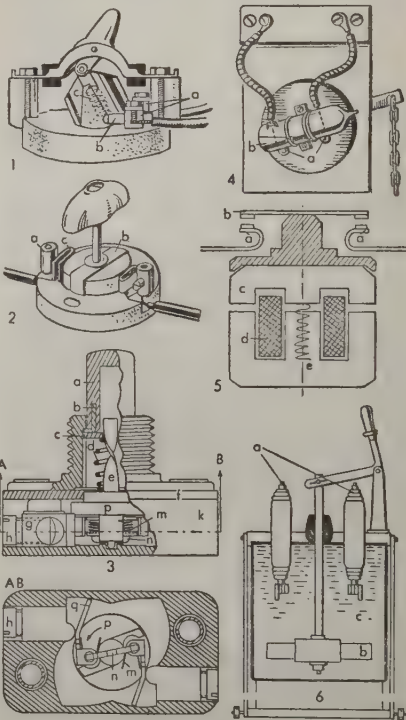
Schalstein, kaliger Diabastuff des oberen Mitteldevon, z. B. im Lahn-Dillgebiet.

Schalter, ELEKTROTECHNIK: Gerät zum willkürlichen oder selbsttätigen Verbinden oder Trennen von Stromwegen. Beim Einschalten oder Schließen des S. werden je Stromweg zwei Kontakte zur Berührung gebracht, beim Ausschalten oder Öffnen wieder voneinander getrennt. *Hand-S.* und *Fuß-S.* werden durch menschl. Kraft betätigt; *Fern-S.* z. B. durch Druckluft-, Motor- oder Magnetantrieb. *Tast-S.* gehen nach Wegbleiben der Betätigungskraft infolge einer Rückzugskraft (z. B. Schwerkraft oder Feder) wieder selbsttätig in ihre vorherige Schaltstellung zurück; *Schütze* sind *Tast-S.* mit elektromagnet. Kraftantrieb.

Durch das **SCHALTVERMÖGEN** wird die maximal schaltbare Stromstärke angegeben. *Leer-S.* sind S. zum annähernd stromlosen Schalten von Stromkreisen, *Last-S.* können etwa ihren doppelten Nenn-

strom ein- und ausschalten, *Motor-S.* beherrschen die Anlaufströme von Motoren, *Leistungs-S.* können entsprechend ihrem Nenn-Einschalt- und Nenn-Ausschaltvermögen Kurzschlußströme schalten.

S. FÜR SPANNUNGEN UNTER 1000 VOLT. *Installations-S.* zum Einbau in fest verlegte Leitungen.



Schalter: 1 Kippschalter (eingeschaltet); a Anschlußklemmen für Leitung mit federnden Kontakten, b Kontaktstück, c Feder.

2 Drehschalter; a Anschlußklemme, b Kontaktstück, c Feder.

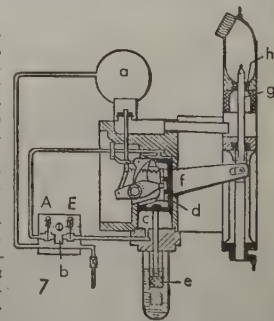
3 Druckknopfschalter, oben Längsschnitt, unten Querschnitt AB; a Druckknopf, b Einpreßsteil, c Drallscheibe, d Druckfeder, e Drall, f Abdeckplatte, g Kontaktklemme mit Schraube h, k Schaltersockel, m Spannsfeder, n Kontaktbrücke, p Schaltrad, q federnde Schaltstücke.

4 Querschaltkippschalter; a Kontaktstifte, b Quecksilberfüllung.

5 Elektromagnetisches Luftschütz; a Kontakte, b Schaltstück, c Anker des Elektromagneten, d Magnetspule, e Rückstellfeder.

6 Ölschalter; a Stromzuführung, b Kontaktstück, c Öl.

7 Druckgaschalter; a Luftbehälter, b Betätigungsventil, leitet zum Ausschalten über A, zum Einschalten über E Druckluft in den Arbeitszylinder c, d Kolben, e Regulierung der Schaltgeschwindigkeit, f Hebelübertragung, g Kontaktstange, h Düsenkontakt.



gen sind **Dreh-, Kipp-, Druckknopf- und Zug-S.** Der einfache **Aus-S.** dient nur zum Ein- und Ausschalten, der **Gruppen-S.** zum abwechselnden Schalten zweier Stromkreise, der **Serien-S.** zum stufenweisen Ein- und Ausschalten zweier Stromkreise, der **Wechsel-S.** zum unabhängigen Ein- und Ausschalten eines Stromkreises von zwei Stellen aus, der **Kreuz-S.** zum Schalten von beliebig vielen Stellen aus, ohne von der Stellung der anderen S. abhängig zu sein (Bild Lichtanlage). Für höhere Stromstärken werden **Hebel- und Paket-S.** verwendet. **Zellen-S.** dienen zum Einstellen der Spannung einer Batterie während des Ladens und Entladens. **Befehls- und Steuer-S.** dienen zum Schalten und Steuern fernbetätigter Schaltgeräte und Apparate, oft in Verbindung mit Meldelampen, die den Betriebszustand der fernbetätigten Anlage erkennen lassen; zu ihnen gehört auch das **Relais, Grenz-S. und Wächter** sind S., die eine physikal. Größe oder einen Betriebszustand überwachen und bei Über- oder Unterschreitung einer eingestellten Grenze selbsttätig schalten. **Schutz-S.** schalten selbsttätig bei unzulässigen Werten der Stromstärke, der Erwärmung, der Betriebs- oder der Fehlerspannung.

S. FÜR SPANNUNGEN ÜBER 1000 VOLT. Beim **Hochspannungs-Leistungs-S.** sind zum Löschens des Schaltlichtbogens besondere Maßnahmen erforderlich, da nicht nur betriebl. Lasten, sondern auch hohe Kurzschlußströme sicher abgeschaltet werden müssen und die Schaltstrecke dabei der hohen Betriebsspannung und den Schaltüberspannungen gewachsen sein muß. Beim **Öl-S.** sind die Schaltkontakte in einem Kessel mit Öl untergebracht, das zur Isolation und zur Beherrschung des Ausschaltlichtbogens dient. Beim **Druckluft-, Druckgas- und Freistrahl-S.** wird zur Lichtbogenlöschung Druckluft verwendet; beim **Hartgas-S.** wird das Löschgas in den Schaltkammern in fester Form bereit gehalten und bei jedem Ausschaltvorgang durch die Wärmewirkung des Lichtbogens in der erforderl. Menge frei gemacht. Beim **Wasser- oder Expansions-S.** wird unter Wasser geschaltet, das durch die Lichtbogenwärme z. T. verdampft, wodurch im Zusammenwirken mit einer bes. ausgebildeten Löschkammer der Lichtbogen zum Erlöschen gebracht wird. – Im Gegensatz zum Leistungsschalter kann der **Trenn-S.** nur im annähernd stromlosen Zustand geschaltet werden. Er macht Anlagenteile spannungsfrei, wobei zum Schutz der Betriebsmannschaft seine Trennstrecke sichtbar sein muß. Der **Leistungs-Trenn-S.** hat ebenfalls eine sichtbare Trennstrecke, kann jedoch auch Last- und Überlastströme abschalten, nicht aber große Kurzschlußströme, für die vorgeschaltete Hochspannungs-Sicherungen vorgesehen werden müssen.

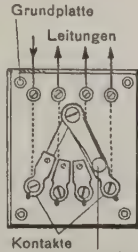
W. BURSTYN: Elektr. Kontakte und Schaltvorgänge (1956).

Schalgetriebe, ein → Sperrgetriebe zum schrittweisen Bewegen eines Abtriebsgliedes. Der während der Bewegungsphase vorhandene Zwangslauf ist in der Ruheperiode aufgehoben, so daß das Abtriebsglied durch ein Gesperre in seiner Ruhelage gesichert werden muß.

Beim **Klinken-S.** nimmt das Antriebsglied über eine in Zahnücken des Abtriebsgliedes einfallende Klinke dieses in der einen Bewegungsrichtung mit. Beim Zurückschwingen des Antriebs übernimmt eine zweite im Gestell gelagerte Klinke die Sperrung. **Räder-S.** besitzen als An- und Abtrieb zwei im Gestell drehbare Glieder, die in der Bewegungsphase form-schlüssig miteinander in Berührung stehen. Beim Übergang in die Ruheperiode lösen sich die Elemente voneinander. **Greifer-S.** arbeiten mit zwangsläufig etwa als Koppel geführtem Greifkörper als Antrieb,

der nur zeitweise mit dem Abtriebsglied in Berührung steht.

Schaltplan, Schaltbild, zeichner. Darstellung der elektr. Schaltung einer Anlage oder eines Gerätes; enthält alle für die Schaltung wichtigen Apparate und Leitungen in Form von genormten **Schaltzeichen (S)** und **Schaltkurzzeichen (K)**.



Grundplatte
Leitungen
Kontakte
Schalterhebel
Schalter für Schwaachstrom

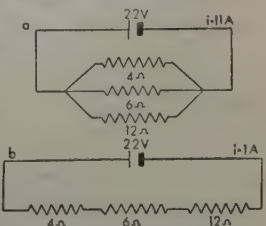
S	K		S
		Umspanner mit zwei getrennten Wicklungen	Gekreuzte Leitungen ohne Verbindung
		Gleichstrom-Motor, 100 kW, 220 Volt	Leitende Verbindung von Leitungen
		Vollwellen-Trockengleichrichter in Graetzschaltung	Ohmscher Widerstand, stetig verstellbar
		Einzelleuchte	Induktivität, stetig verstellbar
		Freileitung an Holzmast mit Betonfuß	Kondensator
		Gleichstrom allgemein	Galvanische Stromquelle (Element, Akkumulator, Batterie)
		Hochfrequenz Wechselstrom	Antenne
		Dreiphasensystem, verkettert in Sternschaltung	Dipol
		Dreiphasensystem, verkettert in Dreieckschaltung	Handbetätigter Schalter
			Schütz
			Motorschalter
			Spule
			Stromsicherung
			Spannungssicherung
			Funkstrecke
			Überspannungsableiter
			Erde

Schaltzeichen

Schalttafel, ELEKTROTECHNIK: eine Tafel zur Aufnahme der Schalt-, Meß- und Reguliergeräte, der Sammelschienen, Sicherungen, der ankommenden und der abgehenden elektr. Leitungen, **Schaltpulte** sind schräg liegende S.

Schaltröhren, Uhrwerke mit Kontakteinrichtungen zum selbsttätigen Schalten elektr. Stromkreise, z. B. Radio-S., Treppenhaus-S., S. für Reklamebeleuchtungen, für Nachtstromverbraucher u. a.

Schaltung, 1) ELEKTROTECHNIK: a) das Betätigen



Schaltung: a drei Widerstände in Parallelschaltung, b Reihenschaltung.

Schaltwarte – Schaumaluminium

eines → Schalters; b) die Anordnung der elektr. Verbindungen zwischen Stromquellen, Maschinen, Geräten und Geräteteilen (→ Dreieckschaltung, → Sternschaltung, → Hintereinanderschaltung, → Parallelschaltung). Über Gruppen-, Serien-, Wechsel- und Kreuz-S. (z. B. bei der Raumbeleuchtung) → Lichtanlage.

2) **KRAFTFAHRZEUGE:** die Bedienung und die Anordnung der Gänge im Wechselgetriebe.

Schaltwarte, in Kraftwerken und großen Umspannwerken die zentrale Stelle von der aus das Werk überwacht und Eingriffe in den Betriebsablauf durch Fernsteuerung oder fernmündl. Anweisungen vorgenommen werden. Jede größere S. besitzt ein Blindoder → Leuchtschaltbild.

Schaltwerk, ein Sperrgetriebe.

Schalung, die Bekleidung von Balken- oder Sparrenfeldern mit Brettern, die das Rohr- oder Drahtgewebe des Deckenputzes trägt oder als Unterlage für eine Dachhaut aus Pappe oder Schiefersteinen dient, im Beton- und Stahlbetonbau die Form aus Brettern, die den weichen oder flüssigen Beton bis zum Erhärten formt und abstützt. *Gleit-S.* oder *Kletter-S.* machen das wiederholte Auf- und Abbauen überflüssig. Sie werden jeweils nach Abbinden des Betons nach oben verschoben.

Schamotte, gebrannter, feuerfester Ton. *S.-Waren* (*S.-Steine*, *Tiegel*, *Muffeln*) werden aus einem Gemenge von zerkleinerter S. und feuerfestem Ton hergestellt und bei hoher Temperatur vorgebrannt, damit sie beim Fertigbrand nicht nachschwinden. *S.-Steine* werden mit *S.-Mörtel*, der aus gemahlenem Ton, gemahlener S. und Wasser besteht, vermauert. *S.-Waren* werden bei etwa 1580°C (Segerkegel 26) scharf gebrannt.

Schappe, 1) **BERGBAU:** ein Schneckenbohrer zum Tiefbohren in Ton. 2) *S., Chappe*, hochwertige Rohseidenabfälle aus der Naturseidenverarbeitung.

Schar, **GEOMETRIE:** eine Menge von Flächen im Raum oder von Kurven in einer Ebene oder in einer andern festen Fläche, die dort durch je eine lineare Gleichung beschrieben werden, so daß die einzelnen Elemente der S. sich durch die Koeffizienten der Gleichungen (*Parameter* der S.) festlegen lassen. Beispiel: Die Geraden durch den Nullpunkt durch $x + py = 0$. Die Anzahl der Parameter p ist die *Dimension* der S. Eine einparametrische S. heißt *Büschel*, eine zweiparametrische *Bündel*, eine dreiparametrische *Netz*.

schären, **schweifen**, **WEBEREI:** eine bestimmte Anzahl von Kettfäden von in einem Gestell (*Schär-rahmen*, *Schärgatter*) aufgesteckten Spulen abziehen und in mehreren Fadenscharen (*Schärbänder*) gleicher Länge auf die waagrecht liegende Trommel einer *Schärmaschine* aufwickeln. Danach folgt das Aufbäumen der gesamten Kette auf einem Kettbaum.

Scharfabstimmung, **selbsttätige S.**, die Steuerung der Eigenfrequenz des Oszillators eines Überlagerungsempfängers, so daß die Zwischenfrequenz mit der Soll-Zwischenfrequenz übereinstimmt. Dazu wird mit einem Diskriminator eine von Richtung und Größe der Fehlabstimmung abhängige Regelspannung gewonnen, die über eine Reaktanzröhre oder einen Motor die Steuerung bewirkt.

Schärfentiefe, **Tiefenschärfe**, **OPTIK:** die Tiefe des Raumes vor und hinter der Gegenstandsebene, die noch genügend scharf abgebildet wird. Sie ist um so größer, je größer der zulässige Zerstreuungskreis (Plattengkorn) und je kleiner die Brennweite und relative Öffnung des Objektivs sind.

Scharnier, Gelenk aus zwei Platten mit eingearbeiteten Ösen, in die ein Verbindungsstift gesteckt wird. (→ Band 2)

Schatten, der dunkle Raum hinter einem beleuchteten, undurchsichtigen Körper. Eine punktförmige oder in großer Entfernung als punktförmig wirkende Lichtquelle entwirft einen scharf begrenzten S. Hat die Lichtquelle eine bestimmte Ausdehnung (Sonne, Glühlampe in Milchglaskugel), so ist der von keinem Licht getroffene Raum (*Kern-S.*) umgeben von einem Gebiet, das nur von einem

mehr oder weniger großen Teil der Lichtquelle Licht bekommt (*Halb-S.*; BILD Mondfinsternis).

Schattenmaskenröhre, eine Kathodenstrahlröhre mit drei gleichzeitig gesteuerten Elektronenstrahlen für die Wiedergabe farbiger Fernsehbilder. Der Leuchtschirm besteht aus einer Vielzahl von Farbpunkten in den drei Primärfarben. Je drei Farbpunkte sind hinter einem Loch einer im Strahlweg vor dem Leuchtschirm liegenden Schattenmaske angeordnet. Die drei über die Maske abgelenkten Elektronenstrahlen konvergieren in der Maskenebene, so daß jeder durch ein Loch hindurchtretender Strahl auf einen der drei Farbpunkte auftrifft.

Schauer, 1) **METEOROLOGIE:** kräftiger, kurzdauernder → Niederschlag aus hochgetürmten Quellwolken, deren Gipfel bei -10°C aus Eiskristallen bestehen, oder aus flacheren Quellwolken mit Gipfeltemperaturen über 0°C.

2) **PHYSIK:** Vermehrung der Teilchen der kosmischen Strahlung infolge verschiedenartiger Umwandlungsprozesse. Primäre Teilchen der kosmischen Strahlung, vor allem Protonen und, mit rasch abnehmender Häufigkeit, Alphateilchen und schwere Atomkerne, treten in die obere Atmosphäre ein und geraten mit den dortigen Atomen in Wechselwirkung. Dabei entstehen u. a. Elektronen, Positronen und Lichtquanten, die einen *Kaskaden-S.* auslösen. Ein energiereiches Lichtquant erzeugt in Kernnähe ein Elektronenpaar (→ Paarzeugung). Jedes neue Teilchen kann beim Zusammenstoß Lichtquanten erzeugen; das ist ein Prozeß, der sich ständig wiederholt und zu einer kaskadenartigen Vermehrung der Elektronen und Quanten führt, bis die Energie so weit aufgeteilt ist, daß andere Prozesse häufiger werden als die Paarzeugung. Neben den *Elektronen-Positronen-S.*, den S. der „weichen Komponente“ der kosmischen Strahlung, gibt es *Mesonen-S.*, die beim Durchgang von energiereichen Protonen durch den Atomkern wahrscheinlich in einem Emissionsakt entstehen: Heisenbergsche *Explosions-S.* Außerdem erhält man beim Durchgang von Protonen durch Atomkerne eine „Verdampfung“ des Atomkerns, bei der ein ganzer Stern von Kernsplintern emittiert wird (TAFEL Kernphysik I).

Schaufel, 1) Handwerkzeug für Erdarbeiten u. a. 2) Die plattenähnlichen Teile der Läufer und Ständer von Dampf-, Gas- oder Wasserturbinen, auf die das bewegte Medium trifft und Arbeit leistet oder umgelenkt wird.

Schauflader, *Ladeschaukel*, ein Rad- oder Raupenschlepper mit einer Schaufel, die an 2 in der senkrechten Ebene schwenkbaren Armen durch Drucköl gehoben, gesenkt und durch Kippen entleert wird. Bei einem *Frontlader* wird die durch Vorwärtsfahren gefüllte Schaufel vor dem Schlepper bis etwa 3 m angehoben und nach Wenden des Schleppers seitlich entladen (Beladen von Fahrzeugen). Ein *Überkopflader* nimmt vorn das Massengut auf und wirft es nach Schwenken über Kopf an der Rückseite wieder ab (Beschießen von Betonmischern, Muldenkippern usw.).

Schaum, disperses Gebilde (Dispersion) von Gas in Flüssigkeit (→ Kolloide). S. entsteht durch Einarbeiten von Gas in eine Flüssigkeit, die zum Schäumen befähigende Stoffe, z. B. waschaktive Substanzen, eiweißartige Körper, Glukoside, gelöst enthält (Waschlauge, Milch, Bier). Schäum- und Waschvermögen stehen nur bei Seife, nicht aber bei synthet. → waschaktiven Substanzen in einem unmittelbaren Verhältnis zueinander. Bei *festen Schäumen* sind Gas- oder Flüssigkeiten in einem festen Dispersionsmittel fein verteilt (Schaumgummi, Schaumstoffe).

Schaumaluminium, leichter, fester Baustoff, hergestellt durch Mischung von Metallhydriden mit flüssigem Aluminium bei einer Temperatur von 657°C. Dabei bildet sich durch Gasentwicklung ein metallischer Schaum, der mit Wasser kalt abgespritzt wird. Als Schaumbildner werden Zirkonium-, Barium-, Lithium- und Lithium-Aluminiumhydride verwendet. S. kann wie Holz genagelt, geschraubt, geleimt, aber auch gelötet werden.

Schäumer, in der Schwimmaufbereitung zur Herabsetzung der Oberflächenspannung der Trübe angewendete oberflächenaktive chem. Zusatzmittel; natürl. S. ist z. B. das $\rightarrow$ Pineöl; ihm überlegen sind synthet. Mittel ähnl. Zusammensetzung.

Schaumglas, schwammartig geblähtes, mit Gasbläschen durchsetztes Glas von hoher Wärme- und Schalldämmung; hergestellt aus Glaspulver, das mit Kohlepulver oder einem gasbildenden Mittel vermischt und bei 900–1000°C gesintert oder aus Glaspulver mit einem Gas unter hohem Druck und hoher Temperatur gesintert und verschmolzen wird.

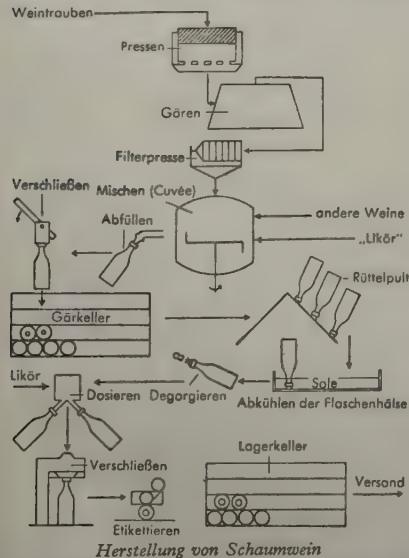
Schaumgold, das $\rightarrow$ Blattgold.

Schaumgummi erhält man durch Schäumen von $\rightarrow$ Latex und anschließendes Vulkanisieren in Formen. Zum Schäumen benutzt man entweder gasentwickelnde Treibmittel wie z. B. Diazoaminobenzol, oder man bläst und mischt vor dem Vulkanisieren Luft ein. Verwendung zum Polstern von Möbeln, für Matratzen u. a. ($\rightarrow$ Schaumstoffe).

Schaumstoffe, in schaumartiger Struktur erstarrte Kunststoffe mit geringem Raumgewicht (0,01 bis 0,20 g/cm³). Sie werden aus den verschiedensten Kunstharzen sowie aus Kautschuk ($\rightarrow$ Schaumgummi) hergestellt und vor allem als Wärme-, Kälte- und Schalldämmstoffe verwendet. Bei einem neueren Verfahren wird aus zwei Gefäßen, von denen das eine Harzlösung, das andere Schaumlösung enthält, über ein Schaumentwicklungsgerät eine Mischung gewonnen, die bes. im Bauwesen zum Ausfüllen von Mauerlücken, -schlitzen, -durchbrüchen u. dgl. dient.

Schaumwein, Sekt, Wein mit hohem CO₂-Gehalt; der Zuckergehalt steigt vom herben (brut) über den sehr trockenen (extra dry, extra sec), trockenen (dry, sec), halbsüßen bis zum süßen S.

HERSTELLUNG. Beim ursprüngl. Gärverfahren werden die Trauben abgeleitet, der Wein verschnitten, geschönt und nach Zugabe von 22–30 g/l



Öffnen herausfliegt. Vor dem endgült. Verschließen wird der S. mit einigen cm³ Likör, einer Lösung von Kandiszucker in Wein, dosiert. Beim Tankgärverfahren nach CHARMAT wird der Wein in großen emaillierten Stahlbehältern vergoren, dosiert und nach dem Absetzen der Hefe sofort abgefüllt. Beim Imprägnierverfahren (für billige S.) preßt man Kohlendioxyd künstlich in den Wein (Perlwein).

Obst-S., Fruchtsekt stellt man aus alkoholreichen, gut geklärten Frucht- und Obstweinen nach dem Imprägnierverfahren her. Bes. geeignet sind Apfel-, Birnen-, Johannisbeer-, Heidelbeerweine.

Scheele, Carl Wilhelm, schwed. Chemiker, *1742, † 1786, Apotheker in Upsala und Köping, Anhänger der Phlogistontheorie, einer der größten chemischen Entdecker, der u. a. Sauerstoff (1771), Chlor (1774), Glycerin (1783) und viele organ. Säuren entdeckte. O. ZERIK: S. (1931/34).

Scheibe, Mittel zur Kraftübertragung von der Welle auf die Maschine; Verwendung als einfache Riemen-S., als Stufen-S. mit stufenweise abnehmendem Durchmesser, als Seil-S. mit einer oder mehreren Rillen für Draht- und Hanfseile.

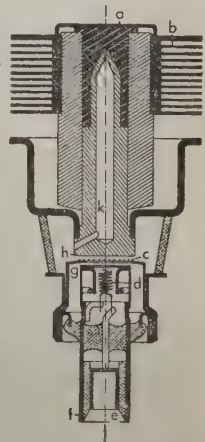
Scheibenröhre, besonders in der $\rightarrow$ Höchstfrequenztechnik verwendete Elektronenröhre mit ebenen Elektroden an Stelle der sonst üblichen zylindrischen und mit ringförmig ausgebildeten Elektrodenanschlüssen. Dadurch sowie durch die Formgebung des Metall-Vakuumgefäßes ist es möglich, die Röhre als organ. Bestandteil in $\rightarrow$ Koaxialleitungen und Leitungskreise einzubeziehen. Mit S. kann man bis herunter zu 5 cm Wellenlänge Verstärkung erzielen.

G. MEGLA: Dezimeterwellentechnik (*1961).

Scheidetrichter, ein gläsernes chem. Gerät zur Trennung verschieden schwerer, nicht mischbarer Flüssigkeiten durch vorsichtiges Öffnen des Glashahnes.

Scheidewasser, $\rightarrow$ Salpetersäure.

Scheinbare Größe, ASTRONOMIE und GEODÄSIE: der Winkel, unter dem ein Gegenstand einem Beobachter erscheint. Aus ihr und dem Abstand vom Beobachter kann die wahre oder lineare Größe berechnet werden. Zwei verschieden große Objekte, z. B. Sonne und Mond, können gleiche s. G. haben, wenn ihre Entfernungen vom Beobachter entsprechend verschieden sind. Die scheinbare Helligkeit, in der uns die Gestirne am Himmel erscheinen, wird ausgedrückt in der Pogson'schen Skala: zwei Sterne unterscheiden sich um eine Größenklasse (abgek. 1^m), wenn ihre scheinbaren Helligkeiten im Verhältnis 1:2,5 stehen. Der Nullpunkt der Skala ist dadurch festgesetzt, daß der Polarstern 2,12^m haben soll. Der Sirius hat -1,5^m, Sterne von 6^m sind gerade noch mit unbewaffnetem Auge zu sehen, Sterne von 23^m eben noch mit stärksten Fernrohren photographisch nachweisbar. Rechnet man die scheinbare Helligkeit bei bekannter Entfernung des Gestirns auf die Einheitsentfernung von 10 Parsec um, ergibt sich die absolute Helligkeit.



Scheibenröhre: a Legierung mit niedrigem Schmelzpunkt (Überlastungskontrolle), b Anoden-Kühlrippen, c Gitter, d Heizwendel, e und f Heizanschlüsse, g Kathode, h Anode, k Pumpstutzen.



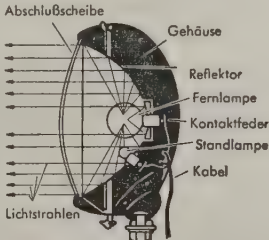
Scheidetrichter

Kandiszucker und etwas Reihhefe in starkwandige Flaschen gefüllt, wo bei 15–18°C die Gärung in Gang kommt und bei 8–10°C vollendet wird. Zum Entfernen der Hefe (Degorgieren) von der Flaschenwand werden die Flaschen in Rüttelpulpen 1–2 Monate lang leicht gerüttelt und gedreht; die auf dem Kork abgesetzte Hefe (Depot) läßt man durch Eintauchen des Flaschenhalses in eine Kühlsole von -20°C zu einem Eispfropfen gefrieren, der beim

Scheinwerfer – Scherung

Scheinwerfer, Gerät für scharfe Bündelung eines Lichtstromes zur Erzielung hoher Lichtstärke in einer Richtung.

Ein S. enthält in seinem Gehäuse die Lichtquelle, den Reflektor, die Abschußscheibe und für Sonderzwecke (Marine, Bühne) eine Verdunkelungsvorrichtung (Blende) und Farbfilter zur Ausstrahlung farbigen Lichtes. Als Lichtquelle dient fast stets eine elektr. Lampe, von der sehr hohe Leuchtdichte bei möglichst kleiner leuchtender Fläche gefordert wird, z. B. Spezial-Glühlampen, → Bogenlampen, Höchst-druck-, → Quecksilberdampflampen und → Xenonlampen. Der Reflektor ist ein sphärischer oder asphärischer Spiegel aus belegtem Glas oder Metall. Die Abschußscheibe ist entweder aus Klarglas oder, wenn erhöhte Streuung gewünscht wird (Auto-S.), aus Riffelglas, seltener Mattglas. Moderne Flugabwehr-S. erzielen bei 2,5 m Durchmesser und mit Becklampen (→ Bogenlampen) eine maximale Lichtstärke von rund 1 Mio cd.



Scheinwerfer für Kraftwagen

Scheitel, 1) BAUTECHNIK: der höchste Punkt eines Bogens.

2) GEOLOGIE: das Äußerste der Biegung einer Falte.

3) GEOMETRIE: die Spitze eines Kegels; die Endpunkte der Achsen eines Kegelschnittes oder einer Fläche zweiter Ordnung; der Schnittpunkt der Schenkel eines Winkels.

4) ASTRONOMIE: Zenit. S.-Kreis, Höhenkreis (→ astronomische Koordinaten).

Scheitelhaltung, die höchste Haltung eines eine Wasserscheide überschreitenden Schiffahrtskanals. Der S. wird der gesamte Wasserbedarf für den Schleusungsbetrieb zugeleitet (aus Wasserläufen oder durch Rückpumpen).

Scheitelskreis, Vertikalkreis, Höhenkreis, jeder Großkreis an der Sphäre, der durch den Zenit (Scheitelpunkt) geht. Scheitelabstand ist der Winkelabstand eines Gestirns vom Zenit (Zenitdistanz). → astronomische Koordinaten.

scheitrecht, BAUTECHNIK: geradlinig und waagrecht zugleich.

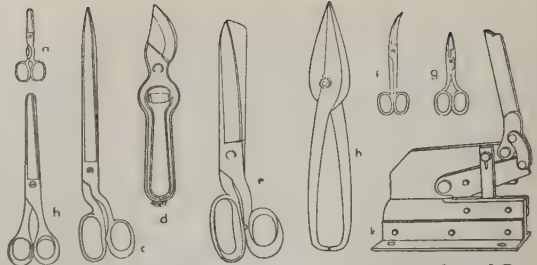
Schelf, Kontinentalsockel, vom Flachmeer bedeckter Kontinentalanstieg.

Schellack, Naturharz, Ausscheidungsprodukt der Lackschildlaus, wird in Indien von den Zweigen bestimmter Bäume und Sträucher als Krusten gesammelt. Aus diesem rot gefärbten „Stocklack“ erhält man durch Zerkleinern, Auswaschen und Umschmelzen die hellen S.-Sorten des Handels (Blätter-S., Tafellack u. a.), die vielfach noch entwachst und gebleicht werden. S. wird für Spirituslacke und Möbelpolituren, zur Schallplattenherstellung, zum Hutsteifen u. a. verwendet.

Schellhammer, der Nietdöpper (BILD Niet).

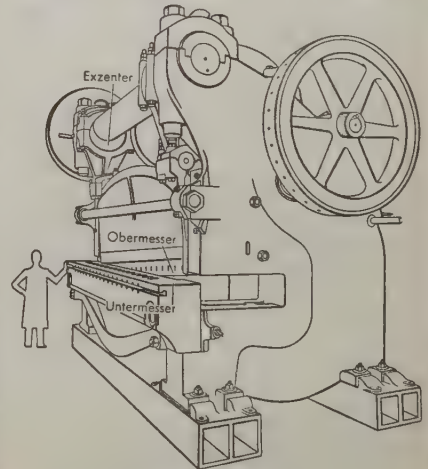
Scherbenkobalt, geeignetes Arsen, kommt in grauen schaligen Aggregaten als Mineral vor.

Schere, ein Werkzeug zum Trennen oder Einschneiden von Stoffen aller Art (Metalle, Textilien, Papier u. a.), auch von Geflügel. Die Hebelblech-S. wird von Hand betätigt. Zu den Maschinen-S., die meist von einem Elektromotor angetrieben werden, zählen: die Tafel-S. zum Schneiden von Blechtafeln, die Parallel-S. zum Erzielen paralleler Blechkanten,



Handscheren: a) Taschenschere, b) Haarschere, c) Papierschere, d) Gartenschere, e) Schneiderschere, f) Hautschere, g) Knopflochscher, h) Blechschere, k) Hebelblechschere.

die Profil-S. zum Trennen von Stangen und Profilmaterial. Bei der Rollen-S. ist eine der Schneiden



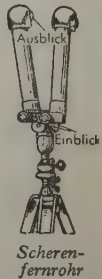
Maschinenschere

kreisförmig ausgebildet. Vielstreifen-S. zerschneiden ein Blech mit mehreren Rollen gleichzeitig in mehrere Streifen. Kreise und beliebige Kurven werden mit der Kreis- und Kurven-S. ausgeschnitten. In Hüttenwerken werden Warmwalzerzeugnisse mit der Warm-S. geschnitten (Block-, Brammen- und Knüppel-S.).

scheren, 1) → Scherung, **2)** → Aporetur.

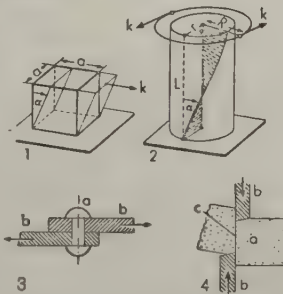
Scherenfernrohr, militär. Beobachtungsgerät, → Fernrohr.

Scherung, Gleitung, die Verformung eines elastischen Körpers ohne Volumenänderung (Gestaltelastizität, im Unterschied zur Volumenelastizität) durch in Richtung der Seitenflächen wirkende tangentielle Kräfte k (Scherschnitt). Die Schubspannung (Scherspannung) k/a^2 ist der Schiebung a (BILD 1) proportional: $k/a^2 = G$. Der Proportionalitätsfaktor G heißt Scherungs-, Schub- oder Torsionsmodul (→ Elastizität), sein Kehrwert Schubzahl. Ein Sonderfall der S. ist die Torsion oder Drillung eines Zylinders (BILD 2). Zwischen der Verdrehung des Zylinders um den Winkel φ und dem Drehmoment $D = 2kR$ besteht die Beziehung: $D = \frac{\pi \varphi}{2L} G r^4$ (L = Höhe und r = Radius des Zylinders).



Scherenfernrohr

Maßgebende Kennwerte eines Werkstoffes für sein Verformungsverhalten sind neben seiner Trennfestigkeit seine **kritische Schubspannung** und seine **Schubfestigkeit** (*Scherfestigkeit*), → Festigkeit. Sobald bei einer bestimmten Beanspruchung die kritische Schubspannung erreicht wird, beginnt der Werkstoff zu fließen (→ Fließen); erreicht sie die Schubfestigkeit, so gibt es einen **Schiebungsbruch**, falls nicht schon vorher die größte Normalspannung die Trennfestigkeit erreicht hat (*Trennungsbruch*). Technisch wichtig ist die Scherfestigkeit z. B. beim Trennen von metallischen Werkstücken mit der als Schere arbeitenden Presse (*abscheren*, **BILD 3, 4**).



Scherung: 1 Scherung eines Würfels. 2 Torsion eines Zylinders. 3 Ein auf Abscheren beanspruchter Nietbolzen; a Nietbolzen, b Scherkraft. 4 Scherungsvorgang; a Werkstück, b Scherkraft, c Scherebene.

Schichtgesteine, Sedimentgesteine, → Gesteine.

Schichtgitter, → Strukturanalyse.

Schichtholz, ein → Lagenholz aus Furnieren oder aus Brettern, die mit gleicher Faserrichtung verleimt sind.

Schichtlinien, → Höhenlinien.

Schichtstoffe, meist plattenförmige Stoffe, hergestellt aus einzelnen, meist mit Kunstharz miteinander verleimten Lagen, z. B. Sperrhölzer und Lagenholz.

Schiebebühne, eine Vorrichtung zum Umsetzen von Eisenbahnfahrzeugen von einem Gleis auf ein parallel laufendes. Sie besteht aus einer Plattform mit Gleis, die quer zu den Fahrgleisen bewegt werden kann. Antrieb mit Elektromotor. *Versenkte S.* laufen in einer Grube (die Gleise sind unterbrochen). Eine *nicht versenkte S.* wird über die Gleise hinweggeführt (Gleise laufen durch), die Zufahrt wird durch aufgelegte Rampenschienen hergestellt.

schiebefestmachen, **TEXTILVEREDLUNG**: die Fadenlage bei lose eingestellten oder lang flottierenden, glatten Reyongeweben durch klebende Appreturmittel fixieren, um dadurch das Gewebebild zu erhalten.

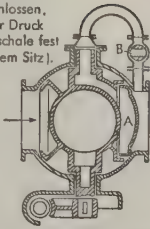
Schieber, ein Absperrorgan für Rohrleitungen; häufigste Formen: *Ring-S.*, *Kugel-S.*, *Kolben-S.*, *Muschel-S.* (*Flach-S.*).

Schieblehre, *Schieblehre*, **METALLBEARBEITUNG**: ein Meßzug zur Ermittlung von Außen- und Innendurchmessern und Abstandsmaßen, stets mit → Nomen ausgerüstet.

Schiebung, *Schiebungsbruch*, → Scherung. *Einfache S.*, → Zwillinge.

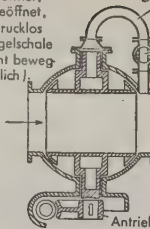
schiefe Aufsteigung (*Absteigung*) von Ster-

geschlossen:
B geschlossen,
A unter Druck
(Kugelschale fest
auf dem Sitz).



Kugelschieber

geöffnet:
B geöffnet,
A drückt
(Kugelschale
leicht beweglich)

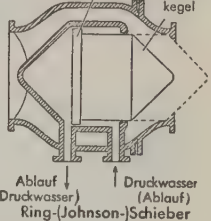


Schieber

Druckausgleichs-
leitung

Kolben

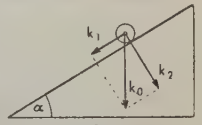
Schließ-
kegel



Ablauf (Druckwasser) Ring-Johnson-Schieber

nen, der Bogen des Äquators vom Frühlingspunkt bis zu dem Punkt, der mit dem Stern aufsteht.

schiefe Ebene, 1) **PHYSIK**: eine um den Winkel α (Neigungswinkel) gegen die Horizontale geneigte Ebene. Auf einen Körper, der reibungsfrei auf der Ebene gleiten kann, wirkt in Richtung der Ebene eine Kraft $k_1 = k_0 \sin \alpha$ (Schwerkraft $k_0 = mg$, m = Masse des Körpers, g = Schwerkraftbeschleunigung), er wird mit einer Kraft $k_2 = k_0 \cos \alpha$ gegen die Ebene gedrückt (**BILD**). Die s. E. gehört zu den einfachen → Maschinen.



schiefe Ebene

2) **WASSERBAU**: *geneigte Ebene*, eine ältere Art von Schiffshebewerken bei großen Fallhöhen.

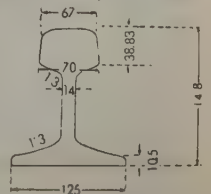
Schiefer, Gesteine mit stark schichtiger Struktur. *S.-Tone* sind zusammengepreßte, in ebenen Schichten spaltbare Tone; bei weiterer Verfestigung gehen sie in die harten, dünnplattig spaltenden *Ton-S.* über (*Dach-S.*, die dunkleren *Tafel-S.*; *Griffel-S.* spalten nach zwei Ebenen). *Kristalline S.* sind metamorphe Gesteine, meist unter hohem Druck entstanden aus magmatischen oder Sediment-Gesteinen; *Gneise*, *Glimmer-*, *Chlorit-* und *Talk-S.*, benannt nach den Mineralien, deren Schichtgitter-Blättchen sich parallel legen und so die Schieferung bedingen. *Phyllite* sind aus *Ton-S.* hervorgegangene Glimmer-S. Kontaktmetamorphe *Dach-S.* und *Phyllite* werden nach der Einlagerungsart der neugebildeten Mineralien, meist Hornblenden, als *Frucht-*, *Garben-*, *Fleck-*, *Knoten-S.* bezeichnet.

Schieferöl, ein bei der Schwelung von bituminösem → Ölschiefer anfallendes Öl, das neben

den Kohlenwasserstoffen merkliche Mengen an Schwefel-, Sauerstoff- und Stickstoffverbindungen enthält. Verarbeitung auf Benzin, Dieselkraftstoff, Heizöl, Festparaffin.

Schiefkörper, → Körper 4).

Schiene, eine Vorrichtung zur Führung eines Gegenstandes auf bestimmter Bahn. *Eisenbahn-S.* (→ Eisenbahnbau) bestehen aus Kopf, Steg und Fuß (**BILD S. 491**, Maße in mm). *Straßenbahn-S.* sind *Rillen-S.*, d. h. der Spurrail der Räder läuft in einer Rille.



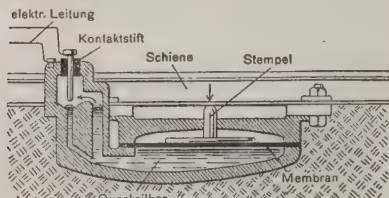
Schieneform S49

Schienebremsen werden als *Magnet-S.* zusätzlich an Schienenfahrzeugen angebracht; ihre elektr. erregten Magnete pressen sich mit großer Kraft auf die Schienen.

Schienekontakt, elektrische Vorrichtung zum Auslösen einer Tätigkeit durch den fahrenden Zug, z. B. selbsttätiges Schalten einer Blinklichtanlage auf „Halte“, Stellen eines Signals, Umstellen einer Weiche. Unter der Schiene befindet sich ein mit Quecksilber gefülltes eisernes Gefäß. Über dem Quecksilber ist eine Membran ausgespannt, die ein an der

Schienenomnibus – Schiff

Schiene befestigter Stempel gerade berührt. Führt ein Zug über die Schiene, so wird die Membran durchgedrückt. Das Quecksilber steigt in einem seitlichen Kanal hoch und schließt einen Kontakt.



Schienenkontakt

Schienenomnibus, leichter zweiachsiger Triebwagen mit einem oder zwei Verbrennungsmotoren. Sitzanordnung wie in Straßenomnibussen. S. können Anhänger mitführen oder zu mehreren zusammengekuppelt werden.

Schießbaumwolle, → Nitrozellulose.

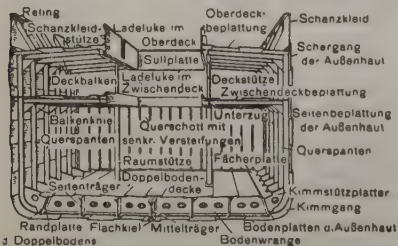
schießen, → sprengen.

Schießpulver, **Treibmittel**, einheitliche chem. Verbindungen oder Gemische, die neben den Spreng- und Zündstoffen zur Gruppe der → Explosivstoffe gehören. **Schwarzpulver** hat etwa die Zusammensetzung: 75 % Kaliumnitrat, 10 % Schwefel, 15 % Holzkohle; es wurde in neuerer Zeit zum großen Teil durch „rauchschwache“ Zellulose- und Stärkenitrate ersetzt. Der spezif. Druck ist bei rauchschwachem S. etwa 9000, bei Schwarzpulver nur etwa 2800 kp/cm². Zur Herstellung von rauchschwachem S. wird Schießbaumwolle in Lösungsmitteln wie Azeton, Nitroglycerin u. a. gelöst und zu einer teigigen Masse verarbeitet, die zu Blättchen, Würfeln, Fäden, Scheibchen, Streifen, Röhren geformt wird.

Schießstoffe, → Explosivstoffe.

Schiff, ein größeres Wasserfahrzeug (hierzu TAFEL). Kleinere Wasserfahrzeuge heißen Boote.

Das Schwimmen eines S. beruht auf dem Archimedisches Prinzip, nach dem das Wasser einem eingetauchten Körper einen statischen → Auftrieb erteilt. Ein S. muß aufrecht schwimmen, einer Änderung dieser Lage Widerstand entgegenzusetzen und bei Neigungen – querschiffs Krängung, längsschiffs



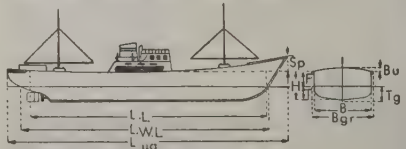
Schiff 1

Trimm – in seine aufrechte Lage zurückkehren. Maßgebend hierfür ist der Abstand des → Metazentrums vom Gewichtschwerpunkt.

AUFBAU. Die Grundlage des S.-Körpers bildet der in der Mittellinie verlaufende, aus Stahlplatten und Profilen (Winkelstählen) zusammengefügte **Kiel**, der im **Vorder-** und **Hintersteven** endet. Quer zum Kiel verlaufen wie Rippenansätze die **Bodenwangen**, die die Steifen des aus Stahlplatten bestehenden Schiffsbodens bilden. Dieser ist zur Erzielung größerer Sicherheit meist als Doppelboden ausgebildet, der in wasserdichte Abteilungen unterteilt ist. Diese dienen zur Unterbringung von Frischwasser, Wasserballast und flüssigem Brennstoff. An die Bodenwangen schließen

sich seitlich die gebogenen **Spanten** aus Profilstahl an. Sie geben der daran genieteten oder geschweißten Außenhaut Form und Festigkeit. Oben wird der S.-Körper durch das oberste, über die ganze Länge durchlaufende **Deck**, das **Hauptdeck**, geschlossen. Darunterliegende Decks heißen **Zwischen-**, darüberliegende **Aufbaudecks**. Wasserdichte Querwände, **Schotten**, aus Stahl, unterteilen das S. in wasserdichte Abteilungen, die gegebenenfalls durch leichte, nicht wasserdichte Längs- und Querschotten in Räume unterteilt werden. Die Schotttüren werden bei Gefahr von der Kommandobrücke aus zentral hydraulisch geschlossen. Auf Kriegs-S. teilt das äußere Längsschott den zwischen ihm und der Außenhaut liegenden **Walgang** ab. Die Gestaltung des S. wird bestimmt durch die Form von Vor- und Hintersteven und die Form des Querschnittes sowie durch Anzahl und Größe der Aufbauten. Man unterscheidet den **geraden** (senkrechten oder ausfallenden) und den **Klipper-Steven**, den **Wulstbug** und die **Meier-Form**; bei den Spanten wird von U-, V-, Rund- oder Knickspanten gesprochen. Im ganzen kann ein S. scharf (schnittig) oder völlig gebaut werden. Beim Heck spricht man vom **Gillings-**, **Kreuzer-** oder **Spiegelheck**. Aufbauten reichen von Bord zu Bord: die **Back** vorn, die **Brücke**, u. U. mit **Aufbau-**, **Promenaden-** und **Bootsdeck** mittschiffs, und achtern die **Hütte** oder **Poop**. Nur noch ausnahmsweise besitzt ein S. mehr als einen Schornstein. Auf den oberen Decks stehen die nicht von Bord zu Bord reichenden **Deckhäuser**.

Komposit-S. haben metallene Spanten und Längsverbände mit hölzerner Außenhaut und hölzernen Decks. Das kennzeichnende Bauelement des heutigen **Stahl-S.** ist die wasserdichte, durch Aussteifung tragfähig gemachte Blechhaut, die in ihrer Ebene und winkelrecht dazu belastet wird.

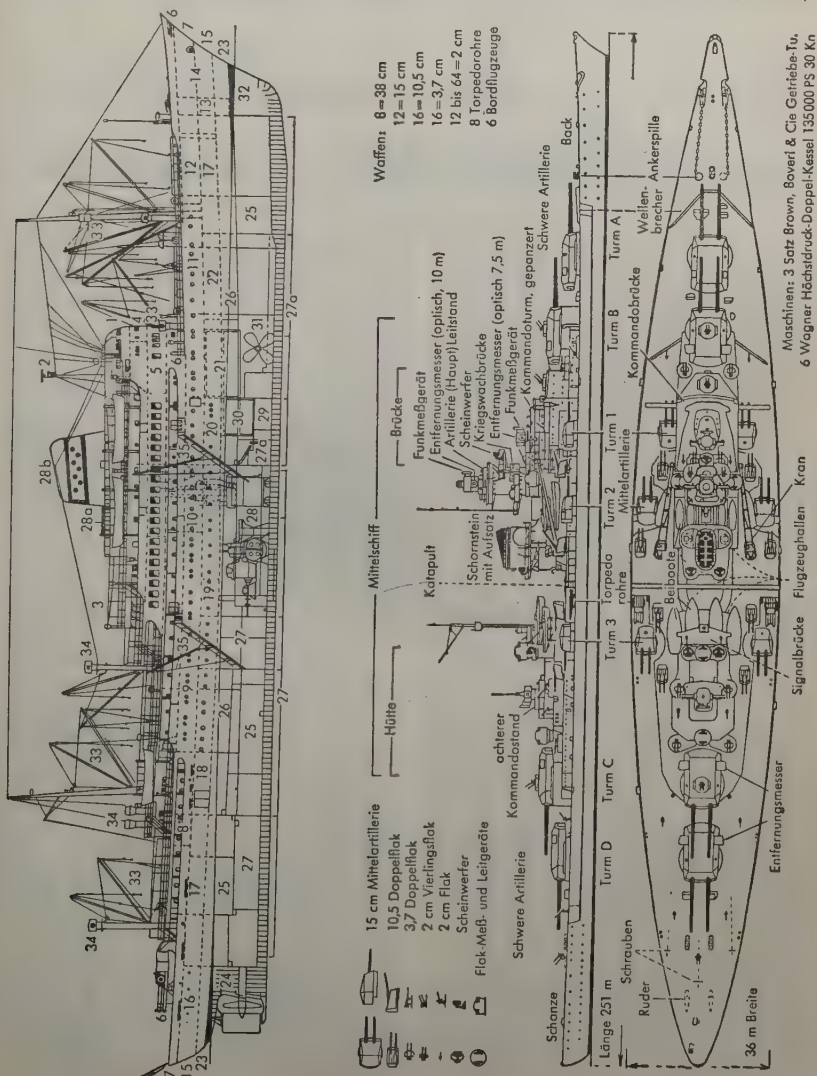


Schiff 2: L.L. Länge zwischen den Loten, L.W.L. Länge in der Konstruktionswasserlinie, L.u.a. Länge über alles, Sp Sprung, Bu Bucht, H Höhe, F Freibord, T Konstruktionstiefe, Tg Tiefgang, B Breite, Bgr Begrenzung.

Als **HAUPTANGABEN** (Abmessungen, Größenbeziehungen usw.) des S. gelten: **Länge über alles** (L.u.a.), die Länge in der Konstruktionswasserlinie (L.W.L.) und die Länge zwischen den Loten (L.L.), wobei das hintere Lot durch Mitte Ruderspindel, das vordere durch Hinterkante Vorsteven in der Konstruktionswasserlinie geht; die **Breite (B)** wird gemessen bei gewöhnl. S. auf Außenkante Spant, bei Holz-S. auf Außenhaut und bei gepanzerten S. auf Außenkante Panzer, jeweils an den breitesten Stellen unter Wasser, die größte Breite über die äußersten Teile überhaupt, die **Konstruktionstiefe (T)** auf halber Länge zwischen Konstruktionswasserlinie und Oberkante Kiel, die **Seitenhöhe (H)** ebendort zwischen Seite Deck und Oberkante Kiel, der **Tiefgang (Tg)** zwischen Wasserlinie und Unterseite Kiel. Der **Freibord (F)** ist die Differenz zwischen H und Tiefadellinie (T). Die Größe eines S. heißt konstruktiv-technisch **Verdrängung** oder **Displacement**, gemessen in metr. t oder in engl. ts (zu 1016 kg), betriebstechnisch **Raungehalt**, gemessen in Registertonnen (RT) zu 100 Kubikfuß = 2,83 m³.

Von den S.-MASCHINEN dienen die **Hauptmaschinen** dem eigentl. Antrieb; man verwendet Kolben- und Dampfmaschinen oder Dampfturbinen sowie Kombinationen von beiden mit den zugehörigen Kesselanlagen als eigentl. Kraftquelle; ferner Öl- (meist Diesel-) Motoren und Gasturbinen. **Hilfsmaschinen** werden teils für den Betrieb der Hauptmaschinen benötigt (Pumpen für Speisewasser, Kühlwasser,

Schiff: oben Turbinen-Fracht- und Fahrgastschiff „Israel“ (1955) von 9830 BRT. Länge ü. a.: 152,70 m; Länge zwischen den Loten: 138,30 m; maximale Breite: 19,80 m; Tiefgang: 8,30 m; Tragfähigkeit: 6850 t; Geschwindigkeit: 18 kn; Maschinenleistung: 10650 Wellen-PS; Laderaum für Stückgut: 6750 m³; Kühl-laderaum: 540 m³; Garage für etwa 20 Wagen; Besatzung: 137 Personen; Fahrgäste: 1. Klasse: 24 Personen, Wechselklasse: 56 Personen, Touristenklasse: 233 Personen. 1 Kommandobrücke mit Navigations-Deck, Ruderhaus, Kartenraum usw., 2 Radarmast, 3 Sportdeck, 4 Boots-Deck mit 1-Klasse-Räumen und Räumen für Kapitän, Leitenden Ingenieur, 1. Offizier und Arzt, 5 Promenaden-Deck mit Räumen der Wechselklasse, Klubzimmer, Café, Bar usw., 6 Haupt-Deck mit Räumen der Wechsel- und Touristenklasse, Schwimmblasin, Büros usw., 7 A-Deck, 8 Räume für Offiziere und Ingenieure, 9 Touristenräume, 10 Speiseräume und Messen, Telefonzentrale, Klimaanlage, 11 StB Stewardsräume, BB Hospital und Aufenthaltsraum für Mannschaften, 12 Back-Zwischendeck, 13 Kutterkasten, 14 Stores, 15 B-Deck, 16 Kudermaschinenraum, Werkstatt und Feuerlöschstation, 17 oberes Zwischendeck, 18 Garage, 19 Mannschaftsräume, 20 StB Küche, BB Bäckerei, 21 Gefrierladeräume, 22 StB Postraum, BB Gepäckraum, 23 C-Deck, 24 Hinterplek, 25 Laderäume, 26 unteres Zwischendeck, 27 Tanks für Treibstoff oder Ballastwasser, 27a Frisch- und Speisewasser, 28 Maschinen- und Kesselraum, 28a Maschinenschacht, 28b Schornstein mit Kesselschacht, 29 Pumpenraum, 30 Frischprovinraum, 31 Kühlmaschinenraum, 32 Vorplek, 33 Laderäume, 34 Lüftung, 35 Fallreep. Unten Kriegsschiff: Schlachtschiff „Tirpitz“; erbaut 1936–41, 41700 t, 1944 gesunken.



Schiffen – Schiffsschraube



Dreimastbark



Viermastschoner



Fischdampfer



Hochseefrachtdampfer



Fracht- und Fahrgastschiff



Küstenfrachter



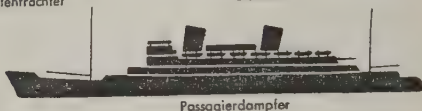
Öltanker



Erzfrachter



Feuerschiff



Passagierdampfer



U-Boot



Minensuchboot



Schwerer Kreuzer



Flugzeugträger



Zerstörer

Schiff 3

Brennstoff, Schmieröl u. a. m.), teils dienen sie dem Betriebe des S. (Lenz- und Feuerlöschpumpen, Trink- und Waschwasserpumpen, Lüftermaschinen, Stromerzeuger, Ladewinden, Anker- und Verholspille, Rudermaschinen u. a. m.).

Die erzeugte Energie wird durch die Schraubenwelle auf die Schiffsschraube übertragen. Diese erzeugt im Wasser einen Schub, der vom Drucklager der Welle auf das Schiff übergeleitet wird. Beim Voith-Schneider-Propeller wird der Druck in diesem unmittelbar auf das S. übertragen. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit oder bei großen Maschinenleistungen werden viele S. als **Mehrschrauben-S.** (bis zu 4 Schrauben) gebaut. Die oberste Grenze der von einer Schraube aufzunehmenden Leistung liegt gegenwärtig bei etwa 60000 WPS (Wellen-Pferdestärken), so daß die stärksten Schiffsmaschinenanlagen bisher etwa 240000 WPS erreichten.

Da die Maschinenleistung bis etwa 18 kn (Knoten) ungefähr mit der 3., darüber mit noch höheren Potenzen der Geschwindigkeit zunimmt, sind der Geschwindigkeit der S. außer von der wirtschaftl. auch von der prakt. Seite Grenzen gezogen. Diese liegen für große S. (Schnelldampfer, Flugzeugträger, Kreuzer und Schlachtschiffe) bei 33–36 kn; Zerstörer u. ä. erreichen kurzfristig 42 und mehr kn, Gleitboot, Tragflächenboot und ausgesprochene Rennboote bis etwa 50 kn.

Zu den **Handels-S.** zählen die Fracht-S., Fahrgast-S. (Passagier-S.), Tanker, Fischereifahrzeuge, Walfang-S. und Spezial-S. wie Fähr-S., Eisbrecher, Schlepper, Feuer-S., Bergungs-S., Kabelleger, Bagger, Leichter, Feuerlöschfahrzeuge u. a., aber nicht die Sport- und Luxus-S.

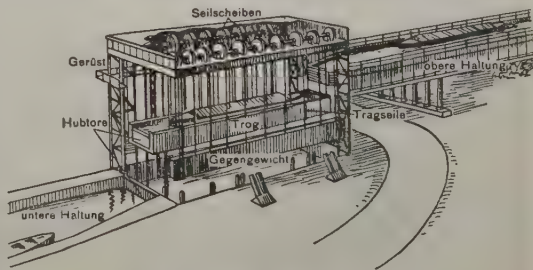
Der **Schiffbau** vollzieht sich in der Regel auf einer Werft.

HENSCHKE: Schiffbautechn. Handbuch, 4 Bände (*1957–62).

Schiffchen, 1) NÄHMASCHINE: der Teil, der den Unterfaden durch die Schlinge des Oberfadens führt. **2) WEBERH:** Schütze, der die Querräden (Schußfäden) in das von den Kettfäden gebildete Fach (Webfach) einträgt.

Schiffshebewerk, Vorrichtung zum Heben und

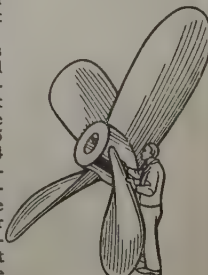
Senken eines Schiffs zwischen zwei Wasserstraßen. Das S. ersetzt die Kammerschleuse. In einem Stahlgerüst kann ein Stahltrog auf und ab gleiten. In diesen mit Wasser gefüllten Trog fährt das Schiff ein; dann werden die Tore an den Stirnwänden geschlossen. Der Trog wird entweder an Drahtseilen hochgezogen oder durch mit Wasser betriebene Preßstempel hochgeschoben. Zum Ausgleich des Troggewichts dient ein Gegengewicht, oder der Trog ruht auf in Schächten gleitenden Schwimmern.



Schiffshebewerk

Besondere Maßnahmen gewährleisten die genau lotrechte Führung ohne Verkanten und sichern den Trog gegen Abstürzen. — Eine besondere Form des S. ist eine **schiefe Ebene**, auf der Gleise verlegt sind. Das Schiff läuft in einen Trog ein und wird damit hochgefahren.

Schiffsschraube, das häufigste Antriebsmittel für Schiffe mit mechanischem Antrieb. Sie besteht aus einer auf der Welle befestigten Nabe mit 2–5 angegossenen oder 3–4 angeschraubten (und dadurch begrenzt verstellbaren) Flügeln, die wie die Nabe aus Bronze oder seltener aus Stahlguß bestehen. Durch senkrecht oder geneigt zur Achse stehende Erzeugende wer-



Schiffsschraube

den Schraubenflächen gebildet, aus denen jeder Propellerflügel einen Ausschnitt bildet.

Schill, meist saumförmige Anhäufung zerbrochener Hartteile von Organismen auf flachen Strandflächen.

Schirm, 1) ein Schutz gegen Sonne und Regen. Bei den heute gebräuchl. *Regen-* und *Sonnen-S.* wird mit einem Drahtgestell an einem Stab der Bezugstoff aufgespannt. Beim *Taschen-S.* besteht der Stab aus ineinanderschließbaren Teilen. Der *Stock-S.* wird zusammengeklappt in einer spazierstockähnlichen Hülle untergebracht.

2) *Bildschirm*, *Leuchtschirm*, → *Bildröhre*, → *Fernsehen*.

Schirting, *Shirting*, leinwandbindiger, teils stark appetitierter Baumwollkattun.

Schlacke, 1) **GEOLOGIE**: rauhe und blasige vulkan. Lavabrocken, die sich an der Unter- und Oberfläche von Lavaströmen bilden oder Auswurfgesteine sind.

2) **METALLURGIE**: Gemische, die sich im Schmelzfluß bei der Verhüttung von Erzen oder bei der Raffination von Metallen als leichtere Phase auf dem Metallkonzentrat bilden. Durch Zuschläge z. B. von Kalk oder Kieselsäure wird die S. hinsichtlich Schmelzpunkt und Dünnflüssigkeit so eingestellt, daß sie vom Metall, aus dem sie herausoxydierende Verunreinigungen aufnehmen, gut abgesetzt werden kann. *Oxid-S.* enthalten häufig dieselben Mineralgemenge, die man auch in den Urgesteinen der Erdkruste – einer ungeheuren S.-Schale um einen Metallkern – findet. Die wichtigsten S. sind die *Silikat-S.*, Lösungen aus Kieselsäure und Metalloxiden, die aus der Gangart des Erzes (Schlackenbildnern) und den Zuschlägen bei metallurg. Schmelzprozessen gebildet werden. Die bei der Verhüttung von Eisenerzen anfallenden *Hochofen-S.* enthalten Kieselsäure, Kalk und Tonerde, S. aus Schwermetallergüssen daneben oft reichlich Eisen(II)-oxid.

Silikat-S. werden zu Bau- und Isolierstoffen verarbeitet. *S.-Steine* als Mauersteine stellt man aus S. und hydraul. Bindemitteln her. Sie sind leicht, porig; ein 12 cm starkes Mauerwerk aus ihnen gilt als feuerbeständig. Zur Herstellung von Pflastersteinen wird flüssige S. in Formen gegossen. *S.-Wolle*, *Mineralwolle*, wird erzeugt, indem man gegen die im glühenden Zustand abfließende S. einen Hochdruckdampfstrahl richtet, so daß die Masse zerstäubt. *Bauwolle* hat etwa 0,01 mm Fadenstärke; weiße *Isolierwolle* von etwa 0,003–0,004 mm Fadenstärke entsteht, wenn die Hochofenschlacke noch einmal umgeschmolzen wird. *S.-Wolle* ist unempfindlich gegen Feuchtigkeit und ein guter Wärme- und Schalldämmstoff. Aus gemahlener, kalk- und tonerde-reicher Hochofen-S. wird Zement (Hochofenzement, mit Kalkzusatz = *S.-Zement*), aus Phosphat-S. werden Düngemittel (Thomasemehl) hergestellt.

Schlag, **MASCHINENBAU**: die doppelte Außenmittigkeit eines umlaufenden Teiles (*Radialschlag*) oder die doppelte größte Abweichung von der Drehebene (*Axialschlag*).

Schlagbohrmaschine, ein in hartem Gestein benutztes Bohrgerät nach dem Prinzip des schlagenden Bohrens zur Herstellung von Kleinkaliberbohrlöchern (Sprenglöchern) bis zu 60 mm Ø (selten bis 102 mm Ø) und Bohrlochlängen bis zu 40 m. Durch Schläge auf den Schlagbohrer kerbt dessen Schneide die Bohrlochsohle ein und bewirkt ein schalenförm. Herausbrechen des Gesteins an den Kerbseiten. Es gibt leichte S. (bis 17 kg), mittelschwere (17–30 kg) und schwere S. (über 30 kg). Leichte und mittelschwere S. heißen auch *Bohrhämmer*, schwere *Hammerbohrmaschine*.

Bei S. mit *Druckluftantrieb* wird in einem Zylinder ein freiliegender Kolben durch wechselnde Beanspruchung mit Druckluft (4–7 atü) hin- und herbewegt (Schlagfolge bis zu 3000 je min). Anwendung im Erz- und im Steinkohlenbergbau.

Bei S. mit *elektr. Antrieb* (nicht schlagwettergeschützt) treibt ein 1,2-kW-Käfigläufer-Drehstrommotor über einen Exzenter den Schlagkolben an

(Schlagfolge 1450 je min); Anwendung in Steinbrüchen.

Schlägel, **BERGBAU**: der Hammer des Bergmannes. *Schlägel und Eisen*, das Kennzeichen des Bergbauers.

Schlagfestigkeit, Gütemaß für den Widerstand eines Stoffes (Körpers) bei schlagartiger Beanspruchung, wird im *Schlagzerreißeversuch* bestimmt. Durch die hohe Schlaggeschwindigkeit wird der Verformungswiderstand erhöht.

Schlagflügelflugzeug, *Schwingenflugzeug*, ein Flugzeug, bei dem der Auftrieb in Nachahmung des Vogelfluges durch Auf- und Abbewegung der Tragflügel erreicht wird.

Schlagmaschine, 1) **BAUMWOLLSPINNEREI**: Vorbereitungsmaschine (*Batteur*) zum Auflösen und Reinigen der Baumwolle.

2) **SEILEREI**: Vorrichtung zum Zusammendrehen der Litzen zu einem Seil.

Schlagmühle, → *Schleudermühle*.

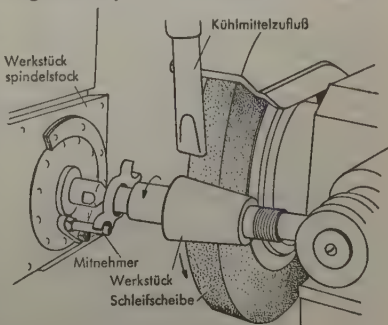
Schlagwetter, *schlagende Wetter*, *feurige Schwaden*, Gemische aus atmosphär. Luft und Methan (CH_4), die in Gruben auftreten und durch ihre Explosion schweren Schaden anrichten können. Methan entsteht durch Faulen organ. Stoffe, es findet sich daher nur in Kohlengruben. Das günstigste Explosionsgemisch liegt bei 9,2% Methan und 90,8% Luft. Die Explosionsfähigkeit hört auf bei weniger als 5% und mehr als 14% Methan. Die Entzündungstemperatur beträgt etwa 650, die Temperatur der Explosion ungefähr 2650°C. Der Luftsauerstoff wird bei der Explosion weitgehend gebunden, die Sauerstoffarmut der „Nachschwaden“ verursacht oft die hohe Zahl der Opfer durch Erstickung. Die Verhütung von Schlagwetterexplosionen wird sowohl durch die Vermeidung von Entzündungsmöglichkeiten als auch durch die Verhütung gefährd. Grubengasansammlungen versucht.

Schlamm, unverfestigtes, feinkörniges, tonreiches, viel Wasser enthaltendes Gestein, neugebildetes, abgesetztes Schichtgestein oder mit Wasser durchtränkte Gesteine wie Ton, Lehm, vulkan. Asche. *Schlammgestein* ist trocken gewordener, verfestigter S., Gestein mit hohem Tongehalt, z. B. Schieferton, Tonschiefer, Mergel.

Schlammbelebungs, Abwasserreinigungsverfahren, das die natürliche biolog. Selbstreinigung der Gewässer nachahmt. Das durch Absitzen vorgeklärte Abwasser wird in Belebungsbecken unter kräftiger Belüftung umgewälzt, wobei sich Schlammflocken bilden, die mit aeroben Kleinlebewesen (Bakterien, Protozoen) besiedelt sind und die kolloidalen und gelösten organ. Stoffe des Abwassers adsorbieren und abbauen.

Schlämme, durch Schlamm gereinigte Kreide, als Wasser- oder Leimfarbe, Poliermittel (*Polierkalk*) und als Zahnpulver verwendet.

schleifen, **FERTIGUNGSTECHNIK**: Verfahren der spanenden Formung, bei dem Flächen großer Genauigkeit und hoher Oberflächengüte dadurch erzeugt werden, daß die Körner des umlaufenden



Schleifen eines Kegels auf der Rundschleifmaschine

Schleiflack – Schleuse

Schleifkörpers feine Späne von dem Werkstück abnehmen. Fast alle Werkstoffe lassen sich schleifen.

Feste **Schleifkörper** (**Schleifsteine**) in Form von **Scheiben**, **Ringen**, **Segmenten** u. a. bestehen aus Schleifkorn und Bindung. Als **Schleifkorn** werden besonders Korund (Aluminiumoxid, Al_2O_3) und Korbundum (Siliziumkarbid, SiC) verwendet. Die Körner werden durch die **Bindung** (vorwiegend keramisch durch gesinterte Tone, auch Magnesit, Zement, Kunstharze) zusammengehalten.

Die beim **Band-S.** verwendeten **Schleifbänder** sind endlos, über zwei Rollen geführte Bänder aus einem textilen Gewebe oder festem Papier mit aufgeteilttem Schleifkorn. Beim **Kontaktband-S.** wird das Werkstück an eine der beiden Scheiben gedrückt, die mit einer elast. Auflage am Umfang versehen ist. **Schleifstein** und **Schleifpapier**, je nach Art des Kornes **Schmirgellein**, **Glaspapier** o. ä. genannt, tragen ebenfalls aufgeteilt Schleifkörner.

Schleifmaschinen werden nach der Lage der Spindel eingeteilt in **Senkrecht- (Vertikal-)** und **Waagrecht- (Horizontal-) Schleifmaschinen**. Bei ihnen führt meist eine umlaufende **Schleifscheibe** die Hauptschmittbewegung aus. Ebenen werden hergestellt durch **Plan-S.** (**Flächen-S.**, **Flach-S.**), **Rotationskörper** durch **Rund-S.**, wobei Schleifscheibe und Werkstück gleichsinnig umlaufen, Profile durch **Form-S.**, schraubenförmige Körper durch **Gewinde-S.** und beliebig begrenzte räuml. Körper durch **Nachform-S.** (**Kopier-S.**). Das Form-S. von Rotationskörpern heißt auch **Einstech-S.** Das **Trem-S.** wird mit einer schnell laufenden dünnen Schleifscheibe ausgeführt. Beim **spitzenlosen S.** wird das Werkstück zwischen zwei Schleifscheiben verschiedener Umfangsgeschwindigkeit ohne Einspannung bearbeitet. S. im weiteren Sinn sind das → **Läppen**, → **Honen**, → **Polieren**, → **Trommelschleifen**.

Schleiflack, Lacke aus Kunst- und Naturharzen mit Zusätzen, die das Schleifen der getrockneten Lackschicht mit Bimsstein ermöglichen.

Schleifringe, isoliert auf der Achse des Läufers einer elektr. Maschine befestigte Metallringe, auf denen Bürsten schleifen; sie stellen eine leitende Verbindung zu einem rotierenden Maschinenteil her.

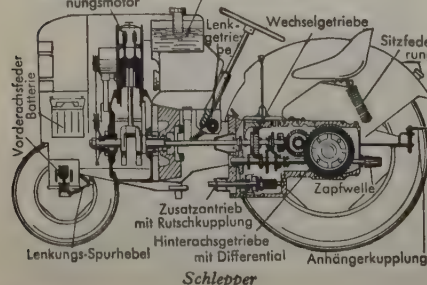
Schleimsäure, $C_6H_{10}O_8$, eine Dikarbonsäure, die bei der Oxydation von Galaktose, Milchzucker und fast allen pflanzl. Gummiarten entsteht.

Schlempe, der nach dem Abdestillieren des Alkohols einer Gärflüssigkeit verbleibende Rückstand (so bei der Branntweinherstellung); enthält Eiweiß u. a. Stickstoffverbindungen, Fette, Aschenbestandteile und ist ein sehr gutes Futtermittel.

Schleppe, 1) **LANDWIRTSCHAFT**: Gerät aus parallel verbundenen Böhlen, Ketten, Schienen o. ä. zum Krümeln und Glätten des Ackerbodens.

2) **MATHEMATIK**: Gerät zum Zeichnen der **Schleppkurve** (→ **Traktrix**) und zum schrittweisen Lösen einfacher Differentialgleichungen.

Schlepper, 1) **Motor-, Kraftschlepper, Traktor, Zugmaschine**, ein meist durch Dieselmotor angetriebenes Kraftfahrzeug, das als Zugmaschine oder Geräteträger benutzt wird. Die Hinterräder sind meist mit Niederdruckluftreifen mit Geländestollen ausgerüstet. Die Vorderachse ist zur besseren Anpassung gekühlter Verbrennungsmotor Kraftstoffbehälter



Schlepper

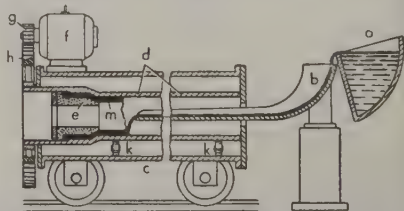
sung an das Gelände an einem Zapfen drehbar aufgehängt. Zum Antrieb von stationären Maschinen ist am S. eine Zapfwelle angebracht, die motordrehzahlabhängig ist. Eine zweite geschwindigkeitsabhängige Zapfwelle dient zum Antrieb von Anhängern oder Geräten mit eigener Treibachse. Für Sonderzwecke erhält der S. statt der Hinterräder Gleisketten. Beim **Zug ohne Schienen**, einem amerikanischen Transportfahrzeug für die Wüste, versorgt der als Führungsfahrzeug dienende S. die elektrisch angetriebenen Anhänger mit Strom; diese laufen durch Allradlenkung in der Spur des S.

2) kleines, mit kräftiger Maschine ausgerüstetes Dampf- oder Motorschiff zum Schleppen und Schieben („Bugsieren“) von Wasserfahrzeugen ohne Eigenantrieb oder zur Hilfeleistung für größere Schiffe.

Schleppversuchsanstalt, eine Versuchsanlage zur Erforschung der hydrodynam. Vorgänge am Schiff durch Modellversuche, bes. zur Ermittlung des Schiffswiderstandes bis zu einer gegebenen Geschwindigkeit, zur Entwicklung der hierfür günstigsten Schiffsrumpfformen und Propellerabmessungen, zur Untersuchung von Schiffsmotoren in künstlich erzeugtem Seggang u. a. Bei den **Schleppversuchen** werden maßstäbl. Modelle von einem über dem **Schleppkanal** fahrenden **Schlepp-** oder **Meßwagen** gezogen, oder sie fahren frei darunter. Meßgeräte schreiben die Widerstandswerte, Trimmänderungen, Propellerdrehzahlen usw. auf. Ruderversuche im Manövrierteich werden mit frei fahrenden, zuweilen bemannten Modellen durchgeführt.

Schleuder, **Trommschleuder**, → **Zentrifuge**.

Schleuderguß, **Zentrifugalguß**, ein Verfahren zur Herstellung von röhrenförmigen Teilen aus Metall



Schleuderguß: Herstellung eines Rohrs im Schleuderguß; a Gießpfanne, b Gießrinne, c Gießwagen (verfahrbar), d Drehform, e Muffenkern, f Motor zum Antrieb der Drehform, g Ritzel des Motors, h großes Zahnrad, das auf der Drehform fest aufgezogen ist und durch den Elektromotor in Umdrehung versetzt wird, k Tragrollen für die Drehform, m gegossenes Rohr.

oder Beton: Die Metallschmelze oder der flüssige Beton laufen in eine sich drehende, meist wassergekühlte Trommel, an deren Wand sie durch die Fliehkraft gedrückt werden; die Teile sind sehr dicht.

Schleudermühle, **Schlagmühle**, **Zerkleinerungsmaschine** mit einem schnelllaufenden Rotor, der bewegl. Hämmer (**Hammermühle**), ein festes Schlagkreuz (**Schlagkreuzmühle**) oder feste Stifte oder Nasen (**Disintegrator**, **Desintegrator**, **Schlagstiftmühle**, **Schlagnasenmühle**) besitzt; das zerkleinerte Gut wird durch meist am Umfang des Mühlengehäuses angeordnete Siebe abgeseigt.

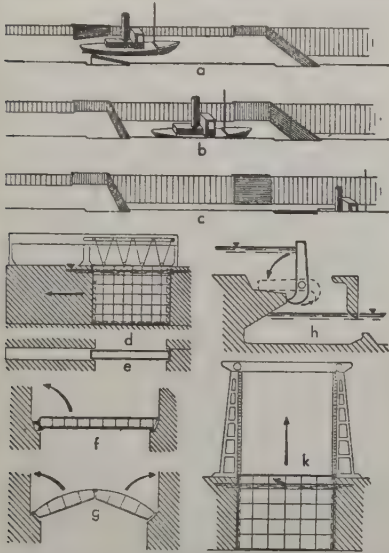
schleudern, 1) bei **SCHIENENFAHRZEUGEN** das Rutschen der Antriebsräder auf den Schienen, wenn die Reibung zwischen Rad und Schiene für die Übertragung des Antriebsmoments zu gering ist; bei **STRASSENFAHRZEUGEN** das seitl. Abgleiten der hinteren Fahrzeugachse, bes. beim zu raschen Durchfahren scharfer Kurven, bei ungleichmäßig wirkenden Bremsen oder bei zu geringer Reibung zwischen Straße und Reifen.

2) **zentrifugieren**, → **Zentrifuge**.

Schleuse, **WASSERBAU**: 1) eine Stauvorrichtung zur Bewässerung; ermöglicht als verschließbare Öffnung in Wasserzuleitungs- und in Wassergräben die Beschickung eines Wassergebietes in Abschnitten.

2) ein Bauwerk in Kanälen und kanalisiertem Flüssen zur Überführung von Schiffen zwischen Gewässerabschnitten verschiedener Wasserspiegellage sowie in Seehäfen gegen Gezeiten-schwankungen.

Die früher übliche *Stau-S.* mit einer durch eine Schütztafel (→ Schütz 2) verschließbaren Öffnung diente dem Aufstau des Gewässers zur Erzielung



Schleuse: a–c Vorgang beim Schleusen; a Kammer gefüllt, oberes Tor offen, Einfahrt; b beide Tore geschlossen, Schützen des unteren Tores geöffnet, Schleusung; c unteres Tor geöffnet, Ausfahrt. d und e Schiebtor, d Ansicht, e Draufsicht; f Schlagtor; g Stemm- oder Drehtor; h Hubtor.

einer größeren Fahrwassertiefe und ermöglichte durch Heben der Schütztafel ein Ablassen des aufgestauten Wassers, wobei die Wasserfahrzeuge mit der Schwallwelle talabwärts befördert wurden.

In der weiterentwickelten *Kammer-S.* werden die Schiffe um die Fallhöhe zwischen Ober- und Unterwasser gehoben oder gesenkt. Durch das *Oberhaupt* wird die S. gegen das Oberwasser, durch das *Unterhaupt* gegen das Unterwasser abgesperrt. In den Häuptern befinden sich die Schleusentore als bewegl. Verschlussvorrichtungen. Die Kammer wird durch verschließbare Öffnungen in den Toren oder durch in die Kammermauern oder die -sohle eingelassene Kanäle zwischen der Kammer und der oberen und unteren Kanalhaltung vom Oberwasser her gefüllt (bei Bergschleusung) und ins Unterwasser entleert (bei Talbeschleusung).

Die Kammer der *Schleppzugs-S.* kann zwei oder mehrere Schiffe hintereinander aufnehmen; sie erhält vielfach noch ein Mittelhaupt zur Wassersparnis bei Schleusung von Einzelschiffen. Eine *Sack-S.* entsteht bei 2 in spitzem Winkel zusammenlaufenden Wasserstraßen, wobei Ober- und Unterhaupt nebeneinander liegen. Große Fallhöhen werden überwunden durch *Schleusstetten* (mehrere hintereinanderliegende S. mit kurzen Zwischenhaltungen), *Schacht-S.* mit hinter dem Oberhaupt tiefabfallender Kammersohle und massiv überbautem Unterhaupt oder *Kuppel-S.*, zwei oder mehr hintereinanderliegenden Kammer-S., bei denen das Unterhaupt der oberen S. zugleich Oberhaupt der unteren S. ist. *Spar-S.* werden mit seilt. Speicherbecken zur wiederholten Benutzung eines Teils des Schleusungswassers versehen. *Dock-S.* haben nur

ein Haupt, dessen Tore das abgeschlossene Becken vom wechselnden äußeren Wasserstand unabhängig machen.

DIE GRÖSSTEN SCHLEUSEN DER WELT	Länge m	Breite m
Schleuse Ijmuiden bei Amsterdam (größte See-S. der Welt)	400	50
Nordschleuse Bremerhaven (größte See-S. Dtl.s)	372	46
Endschleusen des Nord-Ostsee-Kanals bei Kiel und Brunsbüttelkoog	330	45
Gladstone-Schleuse bei Liverpool	329	40
Gatun-Schleuse im Panama-Kanal	305	33,5
Doppelschleuse Magdeburg (größte Fluß-S. Dtl.s)	325	25
10 Schleusen des Moskau-Wolgakanals	je 290	je 30
Doppelschachtschleusen am Mittellandkanal (größte dt. Kanal-S.)	je 225	je 12
Rheinseitenkanal-S. Kembs ...	185	25

Die *Tauch-S.* besteht aus einem vom Unterwasser bis zum Oberwasser reichenden Wasserbehälter, in dem sich ein dicht geschlossener zylinderförmiger Trog auf und ab bewegt. Dieser nimmt die Schiffe auf und hat an beiden Enden Tore. Wassersparende S. für große Fallhöhen sind das → Schiffshebewerk und die → schiefe Ebene.

H. DEHNERT: S. und Hebewerke (1954).

3) Kammer mit zwei Türen zur Überwindung von Druckunterschieden zwischen zwei Räumen (*Luftscheule; Objektscheule* → Elektronenmikroskop).

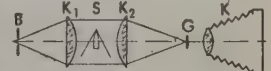
schlichten, 1) TECHNIK: das Feinbearbeiten von Werkstücken, wobei dünne Späne abgenommen werden, im Unterschied zum *Schruppen* (Vorbearbeitung) mit dem Abtrennen größerer Späne.

2) **WEBEREI:** *leimen, Glätten und Verfestigen* der Kettfäden mit der *Schlichte*, einer kolloidalen Lösung von Stärke u. ä. in Wasser.

Schlick, schwach bituminöses (z. T. humoses), tonig-feinsandiges Sediment von Flachmeeren, Süßwasserseen und Flüssen.

Schlieren,

ungleichförmig dichte Stellen durchsichtiger Körper, 1) **GESTEINSKUNDE:** unregelmäßig und unscharf begrenzte Gesteinspartien, die in Mineralbestand oder Struktur, meist



Schlierengerät: B beleuchtete Schlierenblende, K₁, K₂ (Doppel) Kondensor, G Gegenblende (Stopper), K Kamera, S Schlierenobjekt (hier fliegendes Geschöß mit Kopfwelle).

auch in der Farbe vom umgebenden Hauptgestein abweichen, z. B. in → Migmatiten.

2) **GLASTECHNIK UND OPTIK:** Stellen in einer Glasmasse, die wegen wechselnder chem. Zusammensetzung auch abweichende optische und Spannungsverhältnisse aufweisen. Bei dem von H. SCHARDIN entwickelten *Schlierengerät (Schlierenoptik)* zum Nachweis von Inhomogenitäten in Glas, Luft usw. wird ein Spalt oder eine Blende als Lichtquelle durch den S.-Kondensor so auf einer Gegenblende (Stopper) abgebildet, daß die Lichtquelle ganz oder teilweise abgedeckt wird. Hinter der Gegenblende befindet sich das System zur Betrachtung oder zum Fotografieren der S., die in der Nachbarschaft des Kondensors das Licht ein wenig ablenken. Dadurch ändert sich die Bildhelligkeit der S. gegenüber der Umgebung, und die S. wird sichtbar. Eine andere Anordnung macht Schattenbilder von S. sichtbar. Die S.-Methode ist auch wichtig zur Darstellung von Strömungsbildern in der Strömungslehre und Wärmelehre und von Schallfeldern in der Akustik (TAFEL Strömungslehre).

Schließwerk, ein Sperrgetriebe.

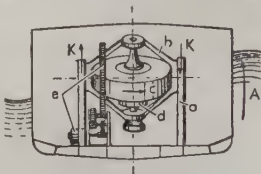
Schliffbild - Schloß

Schliffbild, mikrophotograph. Aufnahme eines vollkommen ebenen, polierten Metall- oder Mineral-schliffes zur Ermittlung des mikrokristallinen Gefüges. Das Gefüge wird meist noch durch → Ätzen entwickelt.

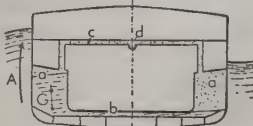
schlingern, 1) durch Seegang verursachte Pendelbewegung eines Schiffs um eine waagerechte Achse; sie kann gedämpft werden durch S.-Kiele, S.-Tanks, S.-Kreisel und S.-Flossen. Bei passiver Dämpfung ruft das S. erst die Kräfte zur Dämpfung wach: den Widerstand des S.-Kiels, die durch Drosselung des Luftkanals gesteuerte Wasserbewegung im S.-Tank oder die aufrichtenden Kräfte des Schlickschens S.-Kreisel. Bei aktiver Dämpfung wird durch einen hochempfindl. Steuerkreisel der Sperrysche S.-Kreisel so gesteuert, daß seine Kräfte das S. im Entstehen verhindern, ebenso steuert ein Kreisel in der Siemensschen S.-Dämpfungsanlage das Wasser im S.-Tank so, daß die S.-Bewegung im Entstehen verhindert wird. S.-Flossen sind ausfahrbare Flossen (den Tiefenrudern der U-Boote ähnlich), die durch einen Kreisel so gesteuert werden, daß sie durch Ruderwirkung aus der Fahrt des Schiffes dämpfende Kräfte erzeugen.

2) eine Drehbewegung der Schienenfahrzeuge um ihre senkrechte Schwerpunktsachse, hervorgerufen durch die Seitenkräfte zwischen Schiene und Spurkranz. Das S. wird verringert durch möglichst großen Achsstand und möglichst geringe überhängende, d. h. den Achsstand überragende Massen.

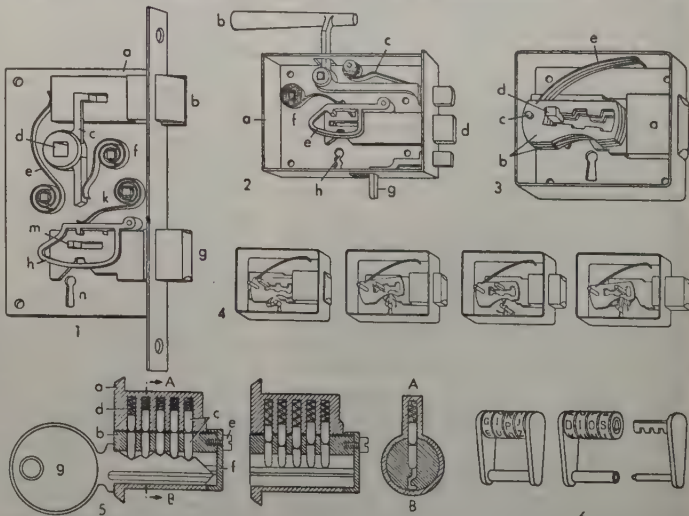
Schlitten, 1) ein Fahrzeug, das auf Kufen gleitet. Arten: Hörner-S. im Hochgebirge; → Motorschlitten;



Schlingerkreisel: a Gestell, b drehbarer Rahmen, c Kreisel, d Motor zum Antrieb des Kreisel, e Antrieb (Elektromotor mit Zahnrädern) zum Bewegen des Kreiselsrahmens nach Steuerung durch Steuerkreisel; A Auftriebskraft der Welle; KK dämpfendes Kräftepaar des Kreisel



Frahmscher Schlingertank: a Seitenbehälter, b Überströmkanal, c Luftkanal, d Regelklappe; e Auftriebskraft der Welle; f Wassergewicht im Seitenbehälter.



Schloß: 1 Einsteck-Türschloß; a Grundplatte, b Falle, c Hebel, d Nuß, e Feder für Falle, f Feder für Klinke, g Riegel, h Zuhaltung, k Feder für Zuhaltung, m Führungszapfen für Riegel, n Schlüsselloch. 2 Kastenschloß; a Schloßkasten, b Klinke, c Klinkenfeder, d Riegel, e Zuhaltung, f Zuhaltungsfeder, g Nachriegel, h Schlüsselloch. 3 Chubb-schloß; a Riegel, b Zuhaltungen, c Dorn, d Stifte, der mit dem Riegel fest verbunden ist, e Feder. 4 Funktionsdarstellung von 3. 5 Zylinderschloß; a Gehäuse, b Zylinder, der im Ruhezustand durch die Stifte c gesperrt wird, d Federn, e Schraube, die Zylinder mit Klappe f verbindet, g Schlüssel; links Schließstellung, Mitte gesperrt, rechts Querschnitt. 6 Kombinationsschloß; links geschlossen, rechts geöffnet.

entsprechen. Das Öffnen mit *Diétrichen* wird durch größere Zahl von Zuhaltungen erschwert, wie sie alle *Sicherheits-S.* besitzen: das *Chubb-S.* hat um einen Dorn drehbare Zuhaltungsbleche, die durch Federn niedergedrückt werden. Ein mit dem Riegel festverbundener Stift greift in die bei allen Zuhaltungen gleichen Aussparungen ein, wodurch der Riegel in seiner Lage gehalten wird. Schließen von beiden Seiten mit demselben Schlüssel setzt symmetrischen Aufbau voraus. Das *Zylinder-S.* besitzt einen zylindrischen Körper, in den mehrere verschiedene lange Zuhaltungsstifte senkrecht zur Zylinderachse eingreifen und so gegen das Gehäuse sperren. Die unter Federdruck stehenden Zuhaltungsstifte werden durch Einführen des Schlüssels so weit gehoben, daß ihre Trennflächen in gleiche Höhe wie die von Zylinder und Gehäuse gelangen, so daß der Zylinder gedreht werden kann. Das *Bramah-S.* besitzt radial angeordnete Zuhaltungsplatten mit Schlitzten. Durch Einschieben des Schlüssels werden mit diesen die Schlitzte in die Ebene einer Sperrscheibe gebracht, die erst dann z. B. durch einen Bartsatz des Schlüssels gedreht werden kann. *Kombinations-S.* werden ohne Schlüssel durch von außen verstellbare Zuhaltungen geöffnet (z. B. als nebeneinander angeordnete Ringe mit Ziffern- oder Buchstabenreihen).

2) der Verschluss bei Handfeuerwaffen.

Schluff, Grobton, Tongestein mit Teilchengrößen zwischen 0,2 und 20 μ .

Schluff, 1) ELEKTROTECHNIK: der auf die ideale Leerlaufdrehzahl¹ (ohne Belastung und Verluste) bezogene Drehzahlabfall einer elektr. Maschine bei Belastung, bes. beim Drehstrom-Asynchronmotor und bei Nebenschlussmotoren; bei ihnen ist der S. etwa proportional dem Lastdrehmoment.

2) MASCHINENBAU: die Differenz zwischen ideeller und tatsächl. Abtriebsbewegung bei kraftschlüssiger Bewegungsübertragung, z. B. infolge Gleitreibung bei Reibradgetrieben oder Riemendehnung bei Riemengetrieben.

Schlüssel, 1) ein Werkzeug zum Schließen eines Schlosses, 2) → Schraubenschlüssel.

schmälzen, *spicken*, SPINNEREI: das Einfetten der Wolle mit Schmälzölen, um sie für den Spinnprozess gleitfähiger und geschmeidiger zu machen.

schmauchen, *ausschmauchen*, KERAMIK: das Austreiben des noch in geformten Tonwaren enthaltenen Wassers durch Erwärmung auf über 100°C.

schmelzen, das Übergehen eines Stoffes aus dem festen in den flüssigen Aggregatzustand bei der *Schmelztemperatur* oder dem *Schmelzpunkt*. Dabei wird eine bestimmte Wärmemenge, die *Schmelzwärme*, aufgenommen, die keine Temperaturerhöhung, sondern nur das S. bewirkt. Die meisten Stoffe vergrößern ihr Volumen beim S.; Ausnahmen sind Wasser, Wismut und Gallium. Unter erhöhtem Druck liegt der Schmelzpunkt im allgemeinen bei höherer Temperatur. Hat der flüssige Aggregatzustand die größere Dichte, so erniedrigt der Druck den Schmelzpunkt, bei Eis z. B. um 0,0075°C/atm. Lösungen haben meist einen niedrigeren Schmelzpunkt als das reine Lösungsmittel (*Schmelzpunktniedrigung*, → Gefrierschutzmittel). Stoffgemische haben nur in wenigen Fällen (Eutektikum, chem. Verbindungen) einen bestimmten Schmelzpunkt, meist ein mehr oder weniger ausgedehntes Schmelzintervall.

Man unterscheidet in der Metallurgie 1) S. ohne stoffl. Veränderungen als rein physikal. Vorgang: *Einschmelzen*, oft unter Schutzdecke wie Holzkohle, Salze, Schlacken, oder unter Schutzgas wie Stickstoff, Wasserstoff, Argon, oder im Vakuum; *Umschmelzen*, *legierendes S.* (Zusammen-S.), *Aus- oder Abschmelzen*, z. B. Lötzinns aus kupfernen Autokühlern, Ausseigern von niedrigschmelzenden Metallen aus Legierungen; 2) S. mit chem. Wirkung: *oxydierendes S.* (Frischen von Roheisen zu Stahl), *reduzierendes S.* (Hochofenprozeß), *schwefelndes S.* (S. von Kupferstein), *Reaktions-S.* (Verblasen im Konverter, Röst-S.), *präzipitierendes S.* (Niederschlagsverfahren), *solvierendes S.* (verschlackendes S.).

SCHMELZPUNKT, SCHMELZWÄRME, SIEDEPUNKT UND VERDAMPFUNGSWÄRME EINIGER STOFFE

Stoff	Schmelzpunkt °C	Schmelzwärme cal/g	Siedepunkt °C	Verdampfungswärme cal/g
Aluminium	658	93	2500	2590
Blei	327,4	6,3	1750	203
Eisen	1535	195	2730	4400
Gold	1063	15,9	2960	415
Iridium	2454	—	5300	—
Kalium	63,5	14,6	776	485
Kupfer	1084	48,8	2595	1140
Natrium	97,7	27	883	1000
Osmium	2500	—	>5300	—
Silber	960,5	25,1	2170	555
Wolfram	3380	4,6	6000	947
Äthylalkohol ...	— 114,15	24,0	78,3	222
Benzol	+ 5,5	30,4	80,2	94
Essigsäure	+ 16,6	45	118,5	90
Methylalkohol ...	— 97,1	23,6	64,7	265
Quecksilber ...	— 38,8	2,8	357	71
Schwefelkohlenstoff	— 112	13,8	45,23	85
Wasser	0	79,7	100	539,1

Taschenb. für Chemiker und Physiker, hg. v. J. D'ANS u. E. LAX (*1963).

Schmelzfarben, *Emailfarben*, farbige Gläser oder Glasflüsse, in denen gemahlene färbende Metalloxide fein verteilt enthalten sind. Die sehr fein gemahlene S. werden nach Anmischen mit Terpentinöl und Dicköl mit dem Pinsel aufgetragen und bei 500 bis 600°C eingebrannt.

Schmelzkitt, Klebstoff, der in fester Form auf die Kittstelle aufgetragen wird, durch Erhitzen schmilzt und beim Erkalten die beiden Flächen miteinander verkittet, z. B. Kunstharz-S. oder Glasflüsse zum Verkitten von Glas und Porzellan.

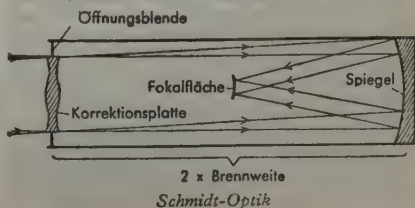
Schmelzkleber, Lösungsmittelfreie Klebstoffe auf Grundlage von thermoplast. oder härtbaren Kunstharzen, auch Wachsen und Bitumen, allenfalls in Mischung mit Füllstoffen. Sie sind bei Raumtemperatur fest und werden beim Verklebungsvorgang vorübergehend geschmolzen.

Schmelzofen, ein metallurgischer Ofen zum Schmelzen von Metallen. Im *Kesselofen* werden leicht schmelzbare Metalle (Zinn, Blei, Zink) und deren Legierungen, im *Tiegelofen* schwer schmelzbare Metalle, die vor dem offenen Feuer geschützt werden sollen, geschmolzen. Auf *Flamm- oder Herdöfen* wird das Metall durch die darüber hinziehende Flamme erhitzt; im *Schachtofen* rutscht es mit den Brennstoffen nach unten in die Schmelzzone.

Schmelzspinnverfahren, CHEMIEFASERHERSTELLUNG: das Ausspinnen der Polyamide und Polykondensate aus einer zähflüssigen, klaren Spinn-schmelze bei hoher Temperatur mit folgendem Kaltverstrecken.

Schmelztiegel, meist schwach konisch gebaute Gefäße mit aufsetzbarem Deckel aus hitzebeständigem Material, z. B. Quarz, Schamotte, Thoriumoxid, Platin, Iridium.

Schmidt-Optik, *Schmidt-Spiegel*, ein sehr lichtstarkes, komafreies, anastigmatisches Abbildungssystem für astronom. → Spiegelteleskope, auch für die Projektion von Fernsichtbildern. Der Schmidt-

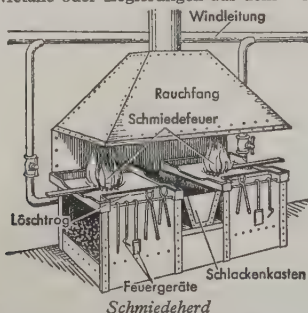


Schmidt-Rohr – Schneeräumung

Spiegel ist ein sphärisch geschliffener Spiegel, dessen Krümmungsmittelpunkt im Zentrum der Öffnungsblende liegt (Durchmesser 0,67 des Spiegels). Das Bild liegt auf einer zum Spiegel konzentrischen Kugelfläche im Abstand des halben Krümmungsradius. Die sphärische Aberration des Kugelspiegels wird durch eine besondere Korrektionsplatte (*Schmidt'sche Platte*) innerhalb der Öffnungsblende beseitigt. Das Bildfeld kann durch eine Plankonvexlinse unmittelbar vor der Brennebene geebnet werden.

Schmidt-Rohr, ein → Strahlleitwerk.

schmieden, METALLBEARBEITUNG: ein Arbeitsverfahren, bei dem im *Schmiedefeuer* erhitzte dehnbare Metalle oder Legierungen auf dem → Amboss



oder im → Gesenk mit dem von Hand oder maschinell betriebenen Hammer (*Schmiedepressen*, *Schmiedemaschinen*, *Schmiedegesenke*) bearbeitet werden. Dabei wird der Werkstoff verdichtet und das grobkristalline Gefüge in ein feinkörniges übergeführt, wodurch auch die Streck- und Bruchgrenze hinausgeschoben werden.

Schmiege, Schrägmaß, Schrägwinkel, Stellmaß, Stellwinkel, ein Winkel-Meßzeug mit einem verstellbaren Schenkel und z. T. mit Halbkreis-Winkelgradeinteilung, wird in der Metall- und Holzbearbeitung oder als Hilfsmittel beim Zeichnen und Anreißen benutzt.

Schmiegekreis, der Krümmungskreis, → Krümmung. **Schmiegeebene**, → Raumkurve.

Schmiermittel, Stoffe, die die Reibung und Beanspruchung sich gegen- und aufeinander bewegender Maschinenteile vermindern. *Mineralschmieröle* werden als Maschinen- und Motorenöle (in Getrieben und Achslagern) sowie in der Feinmechanik z. B. für Uhrwerke, Büromaschinen, Meßgeräte verwendet. *Synthetische Schmieröle* sind Kohlenwasserstofföle, gewonnen als Umwandlungsprodukte von Mineralölfraktionen, bei der Polymerisation niedermolekularer Olefine oder bei der Kondensation von Aromaten über Aluminiumchlorid. *Nicht-Kohlenwasserstofföle* sind Ester-Öle (hergestellt durch Veresterung von Dikarbonsäuren mit höheren Alkoholen) und Silikon-Öle (Silizium-Sauerstoff-Ketten mit organ. Seitengruppen). *Schmierfette* sind als konsistente Fette oder Starrschmierer salbenartige Massen aus Mineralölen und Seifen, Dikarbonsäureestern, perfluorierten Kohlenstoffen, Fluorchlor-kohlenwasserstoffen, Äthylenpolymerisaten, Silikonen u. a. *Graphit* bewirkt eine Oberflächenglättung durch Einlagerung in die Unebenheiten und die Ausbildung einer wirksamen Trennschicht, die eine direkte Berührung der metallischen Gleitflächen verhindert. *Molybdänsulfid* wird bei extremen Lagerdrücken oder Temperaturen, stark staubiger oder feuchter Umgebung, hoher Startreibung bei Meßinstrumenten u. a. benutzt. – S. für Gas-kompressoren sind Schwefelsäure, Glycerin, Wasser-Glycerin-Gemische, flüssige Luft u. a.

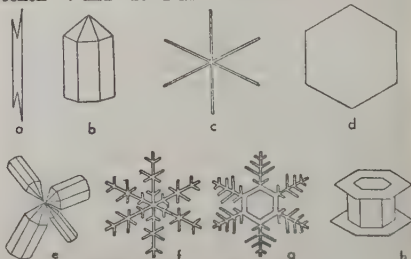
Schmierung, *Abschmieren*, die Zuführung von → Schmiermitteln an Lagerstellen. Konsistente Fette werden von Hand durch *Stauferbüchsen* oder durch *Fettpressen* über Schmiernippel und selbsttätig durch angetriebene *Kolben-Schmierpumpen* zu-

geführt. Bei der *Frischöl-S.* wird Öl in dosierter Menge durch Tropföler, durch Beimischung zum Kraftstoff bei Verbrennungsmotoren oder durch Kolbensschmierpumpen (z. B. Zentralschmierung von Kraftfahrzeugen) den Lagerstellen zugeleitet. Bei der *Umlauf-S.* fließt das an die Lager durch umlaufende Ringe (*Ring-S.*), Dichte oder bei der *Druck-S.* meist über eine Zahnradpumpe geförderte Öl wieder in den Vorratsbehälter zurück; bei der *Tauch-S.* wird das Schmieröl durch Eintauchen umlaufender Teile aus dem Ölvorrat geschöpft.

Schmirgel, *Smirgel*, → Korund.

Schnecke, auf einem zylind. Schaft eingeschnittene endlose Schraube. *Förder-S.* → Förderanlagen.

Schnee, Niederschlag in kristalliner Form, entsteht meist durch Gefrieren unterkühlter Wolken- und Nebeltropfen, bes. bei Temperaturen zwischen –4 und –20°C in Anwesenheit von Gefrier-

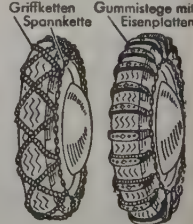


Schnee: typische Schneekristallformen; a–d einfache Formen: a Nadeln, b Prismen, c Stern, d Plättchen; e–h zusammengesetzte Formen: e Prismenaggregat, f dendritischer Stern, g dendritisches Plättchen, h Prisma mit Plättchen.

kernen. S.-Kristalle sind allgemein hexagonal: *Nadeln* (bis etwa –7°C), *Säulen*, *Plättchen* oder (am häufigsten) verzweigte *dendritische Formen* (–14 bis –18°C). Nahe dem Gefrierpunkt haken sich gewöhnlich S.-Sterne mit ihren Spitzen ineinander und bilden *Schneeflocken*. Als schlechter Wärmeleiter schützt S. den Erdboden und die Vegetation. *Pulver-S.* ist trockener, feinkörniger S., *Papp-S.* feucht und grobkörnig (bei Lufttemperaturen um und über 0°C). → *Firn*.

Schneeketten werden als → Gleitschutz um die Treibräder von Kraftfahrzeugen gelegt.

Schneeräumung erfolgt am einfachsten mit dem *Schneeflug*, zwei Brettern, die keilförmig miteinander verbunden sind, oder mit an Kraftfahrzeuge oder Schlepper montierten Pflugscharen. *Schneefräsen* haben auswerfende Walzenfräser quer zum Vorschub; mit



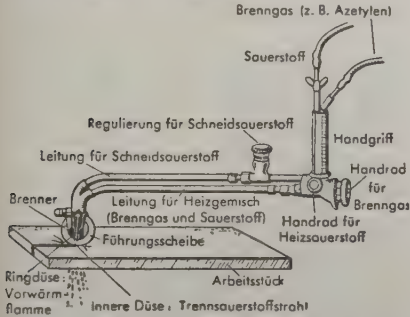
Schneeketten



Schneeräumung: Schneefrüse

Raupenfahrwerk tragen sie hohen Schnee in Schichten ab. **Schneeschleudern** haben vorn offene, schneidende Wurfäder. Bei kombinierten **Fräschleudern** ist der Wurf nach beiden Seiten umstellbar (Weite meist 8 m, auf 15 m umzuschalten, auf Flugplätzen 30 m). Räumleistung besser Schleudern bei 8 m Wurf: bei weichem Schnee 25, bei hartem 12, bei sehr hartem 5 t/PSH.

schnneiden, das Trennen von Werkstoffen mit schneidentragenden Werkzeugen. Beim **Messerschmitt** wird der Werkstoff vorwiegend durch Normalspannungen, beim **Scherschnitt** (→ Scherung) vorwiegend durch Schubspannungen getrennt. Das S. in der spanlosen Formung, bei dem die Werk-



schnneiden: autogenes Schnneiden mit Schneidbrenner

zeuge in eine Presse eingespannt werden, heißt auch **Stanzen**. Beim **autogenen S.** mit Schneidbrennern oder einer Ausbrennmaschine, dem **Brennschnneiden**, wird das Metall mit einer Sauerstoff-Azetylen- oder Sauerstoff-Wasserstoff-Flamme erhitzt und durch Zuführung reinen Sauerstoffs ausgebrannt; beim **Pulver-Brennschnneidverfahren** wird Eisenpulver zur Unterstützung des Brennvorgangs in die Schneidfuge geblasen. Beim **elektrischen S.** wird mit einem Lichtbogen, der zwischen einer Kohleelektrode und dem Metall übergeht (**Elektrotrennmaschine**), geschnitten, mit dem **Oxyarc-Verfahren** können unter Zuführung von Sauerstoff durch Hohlelektroden auch schlecht trennbare Werkstoffe geschnitten werden.

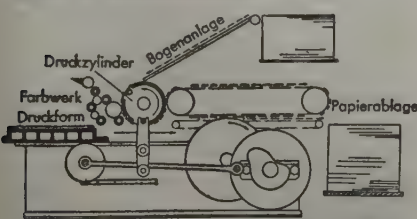
Schneiderkreide, feingemahlener Speckstein zum Vorzeichnen der Schnittkonturen auf Stoffen.

Schneidgebläse, landwirtschaftl. Fördergebläse mit Schneidvorrichtung, mit der das Fördergut, z. B. Stroh, gleichzeitig geschnitten wird.

Schneidmetalle, Metalle, aus denen schneidende Werkzeuge hergestellt werden, z. B. gegossene und gesinterte → Hartmetalle sowie legierte und unlegierte Werkzeugstähle.

Schnellarbeitsstahl, FERTIGUNGSTECHNIK: ein Schneidstahl, der zur Erzielung größerer Schnittleistungen mit Wolfram, Chrom, Vanadium, Molybdän und Kobalt legiert ist.

Schnellpresse, Druckmaschinen verschiedener Art, im engeren Sinn die 1812 von F. KOENIG erfundene → Hochdruckmaschine.



Schnellpresse: schematische Darstellung einer einfachen Buchdruck-Schnellpresse. Die gestrichelten Linien bezeichnen den Weg des Papiers beim Druckvorgang.

Schnitt, 1) gemeinsame Punkte, Kurven, Flächen zweier geometrischer Gebilde (S.-Punkt, S.-Kurve, S.-Fläche). 2) S.-Fläche eines Körpers mit einer Ebene (Längs-S., Quer-S.).

Schnitzbank, **Schneidbank**, **Hanselbank**, eine vom Böttcher, Küfer und Stellmacher benutzte Holzbank mit einer Klemmvorrichtung, die durch Fußdruck betätigt wird; zum Festhalten hölzerner Werkstücke während der Bearbeitung.

Schnorchel, eine mastartige Rohrleitung, die das Innere eines getauchten U-Boots mit der atmosph. Luft verbindet; besteht aus einer **Abgasleitung**, die an die Dieselmotoren angeschlossen ist, und einer **Zuluftleitung**, die frei im Bootsinnern mündet. Am oberen Ende wird der S. durch ein Schwimmerventil offengehalten, das bei Überflutung selbsttätig schließt.

Schnürboden, 1) **SCHIFFBAU**: ein großer, heller, geschlossener Raum mit glattem Fußboden, auf dem der Spantenriß und alle wichtigen Konturen des Schiffs in natürl. Größe zur Anfertigung der Modelle für die Bauteile aufgezeichnet werden.

2) **BAUTECHNIK**: eine waagerechte Fläche, auf der in natürl. Größe die für einen Bau nötigen Holzteile aufgezeichnet und danach zugeschnitten werden.

3) **THEATER**: **Rollenboden**, → **Bühne**.

Schnür-Effekt, der → Pinch-Effekt.

Schokolade, Zubereitung aus Kakaomasse und Zucker, oft mit Zusatz von Kakaobutter und Gewürzen, Milchbestandteilen, Nüssen u. a. **Koch-S.** wird im **Melangeur**, einer Art Kollergang, oder im Knetmischer hergestellt. Für bessere Sorten wird die Masse auf einem Fünfwalzwerk sehr fein zerrieben. Qualitätsware wird in der Längsreibemaschine (**Konche**), einer auf 50–80°C beheizten Granitwanne, in der eine Granitwalze hin- und herläuft, 40 bis 80 Stunden **konchiert**, wodurch unerwünschte Aromastoffe verflüchtigt und herbschmeckende Gerbstoffe in mildschmeckende umgewandelt werden. Die Masse wird dann einige Stunden unter Rühren auf 31–32,5°C gehalten, wobei ein Teil der Glyceride der Kakaobutter kristallisiert, dann in Tafel- oder Klappformen abgefüllt, die über einen Rütteltisch laufen, wodurch Luftblasen ausgetrieben werden, oder zur Pralinenherstellung verwendet. **Nährwert** der S.: 530–600 kcal/100 g.

Scholle, allseitig tektonisch begrenzte Baueinheit der Erdrinde.

schönen, 1) **FÄRBEREI**: echte Färbungen mit geringen Mengen leuchtender basischer Farbstoffe übersetzen.

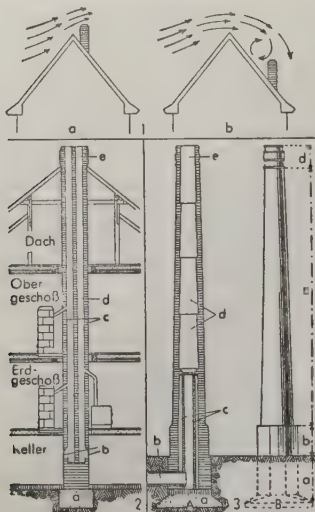
2) **WEINKELLERIE**: **speisen**, **klären**, Verfahren zum Entfernen von Trübungen durch Hausenblase, Gelatine, Agar, Eierweiß, Tannin, eisfreien Bentonit, gereinigte Holz- oder Knochenkohle und reines Kaliumferrozyanid.

Schornstein, **Esse**, **Schlot**, **Kamin**, ein senkrechter Schacht gleichbleibenden Querschnitts, in dem die Verbrennungsgase einer Feuerstätte ins Freie entweichen und den zur Verbrennung erforderl. Zug erzeugen. Die Gase sind infolge ihrer höheren Temperatur spezifisch leichter als die kältere Luft der Umgebung und werden deshalb von der Außenluft nach oben gedrückt.

Rauch-S. müssen wegen der höheren Temperaturen der Verbrennungsgase und der Gefahr von Rußbränden größeren Abstand von Holz u. a. Baustoffen haben. Bei **Abgas-S.** ist beim Unterschreiten des Taupunkts der Abgase Wasserniederschlag aus den Abgasen möglich; deshalb ist u. U. ein innerer Schutzanstrich nötig. **Eiserne S.** sind nur für gewerblich. Feuerstätten zulässig. **Fabrik-S.** werden meist freistehend aus Mauerwerk oder Stahlbeton mit nach oben abnehmender Wandstärke oder aus Stahl mit kreisförm. Querschnitt ausgeführt. **BILD S. 502.**

Schott, eine Quer- oder Längswand im → Schiff.

Schott, Otto, Chemiker, * 1851, † 1935, erforschte die Abhängigkeit der physikal. Eigenschaften des Glases von der chem. Zusammensetzung und gründete 1884 zus. mit ABBE und ZEISS das **Jenaer Glaswerk Schott und Genossen**, das Sondergläser für Wissenschaft und Technik herstellt.



Schornstein: 1 Anordnung eines Schornsteins am Haus; a richtig (der Schornstein mündet über dem Dachfirst aus), b falsch (der Schornstein liegt innerhalb des Windfeldes der Luftströmung). 2 Aufbau eines Haus-Schornsteins; a Fundament, b Fuchs, c Wange, d Zunge, e Kopf. 3 Aufbau eines Fabrik-Schornsteins; a Fundament, b Fuchs, c Futter aus Schamottesteinen, d Schüsse oder Trommeln, e Mündung. B Ansicht; a Fundament, b Sockel, c Schaft, d Kopf.

Schotter, von fließendem Wasser zurückgelassene grobe Geröllablagerungen; im **BAUWESEN**: Steinschlag von 2 bis 7 cm Größe.

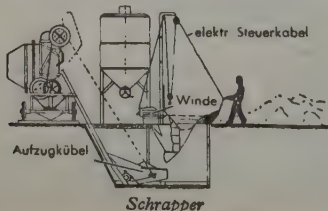
Schram, Einschnitt in abzubauen Mineralien.

Schrämmaschine, **BERGBAU**: Maschine zur Herstellung von Einschnitten in das abzubauen Mineral, bei der kleine Schrägmeißel (*Schrämpicken*) an einer Kette, Stange oder an einem Rad (*Schrämausleger*) mit einer Geschwindigkeit von rd. 2 m/s umlaufen. *Schrämlader* ist eine Kombination einer S. mit einer Lademaschine, die das losgeschramte Mineral unmittelbar auf ein Fördermittel lädt. (TAFEL **Bergbau**).

Schranke, Vorrichtung zur Verkehrssicherung an schienenlosen Bahnübergängen. Bei der *Schlagbaum-S.* wird der in einem Bock gelagerte S.-Baum durch Seilzugtrieb um die waagerechte Lagerachse geöffnet oder geschlossen. Bei *Dreh-S.* dreht sich der waagrecht gelagerte S.-Baum um eine senkrechte Achse; *Schiebe-S.* werden waagrecht in ihrer Längsrichtung verschoben. Bei fernbedienten S. wird die Antriebskraft durch einen Drahtzug übertragen. Die vom Zug bediente *Halb-S.* sperrt jeweils nur die rechte Hälfte der Fahrbahn.

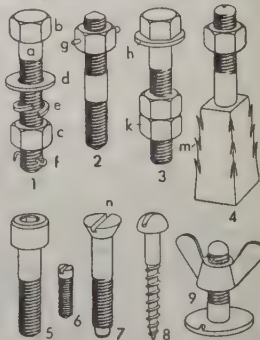
Schränken, das abwechselnde Ausbiegen der Zähne einer Säge.

Schrapper, Gerät zur Abbau- und Streckenförderung. Ein *Schrapplübel* ohne Boden (0,1–2,5 m³



Inhalt) wird an einem endlosen Seil über das Fördergut gezogen, wobei er sich füllt und das Fördergut mitschleift. Die Zugkräfte werden von Winden aufgebracht (bis 100 PS Leistung), die Seile durch Rollen geführt. Der *Elektro-Hand-S.* dient zum Entladen von Massengütern aus offenen Wagen, zum Beschieben eines Förderbandes, Betonmischers, Tiefsilos u. a. Die Schaufel wird an Griffen von Hand geführt, das Zugseil von einer ferngesteuerten Winde auf- und abgewickelt.

Schraube, 1) nach dem Nagel das meist verwendete Verbindungselement. Befestigungs-S. aus Stahl, Kupfer, Messing, Leichtmetall sind meist Mutter-S. Auf ihrem zylindr. S.-Bolzen mit Kopf ist ein Gewinde eingeschnitten, auf das die S.-Mutter aufgeschraubt wird. An die Stelle des Kopfes kann auch ein Bolzenteil mit Gewinde treten, das in den einen Verbindungsteil eingeschraubt wird (*Stift-S.*). S. ohne Kopf und mit verdicktem Schaft sind die *Stein-S.* zur Befestigung in Mauerwerk. Bei der Kopf-S. tritt häufig an Stelle der Mutter der eine der zu verbindenden Teile, in den das Gegengewinde geschnitten ist; der Kopf ist vielfach zylindrisch mit Innensechskant (*Innensechskant-S.*). Die *Stell-S.* zur Festlegung einer bestimmten Stellung zweier Teile gegeneinander hat ein Ende mit



Schraube: 1 Sechskantschraube; a Schraubenbolzen, b Kopf (sechskantig), c Mutter, d Unterlegscheibe, e Federring, f Splint. 2 Stiftschraube mit Kegelfstift g. 3 Bundschraube; h Bund, k Gegenmutter. 4 Steinschraube; m Widerhaken. 5 Innensechskantschraube. 6 Gewindestift. 7 Senkkopfschraube mit Schlitz n, 8 Holzschraube (mit Halbrundkopf). 9 Schraube mit Flügelmutter. Sicherungen: 1f, 2g, 3k. Schraubenenden: 1, 4, 5 Rundkappen, 9 Kugelkappe, 3 ohne Kappe, 2, 6 Spitze, 7 Zapfen.

Kuppe oder Zapfen. Der *Gewindestift* ist zylindrisch, am einen Ende geschlitzt. Er wird als *Stell- und Sicherungs-S.* verwendet. Zu den Kopf-S. gehört auch die *Holz-S.*, eine S. mit schwach konischem Schaft zur Befestigung in Holz. Dynamisch beanspruchten S. gibt man durch schlanke Schaftform größere Elastizität und Bruchsicherheit (*Dehn-S.*). *Bewegungs-S.* mit ein- oder mehrgängigem Flach- oder Trapezgewinde (*→ Gewinde*) sind auf einen zylindr. Schaft geschnitten (*endlose S.*); sie erzeugen eine Bewegung (z. B. Leitspindel und Support bei Drehbänken) oder üben einen Druck aus (*Preßspindel*).

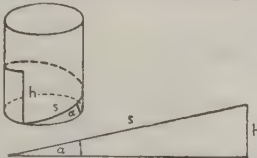
Befestigungs-S. werden durch *→ Schrauben-schlüssel* und *→ Schraubenzieher* angezogen; zur Befestigung von Hand benutzt man *Flügel-S.* (*Flügelmuttern*) mit zwei Lappen an Kopf und Mutter. Um das Lösen der S. zu verhüten, werden S.-Sicherungen verwendet, die entweder auf Erzeugung größerer Reibung beruhen, z. B. durch Gegenmutter, federnde Unterlegscheiben u. dgl., oder die eine mechan. Sperrung der Mutter, z. B. durch Stifte, Splinte, Scheiben u. ä., bewirken.

E. LICKTEIG: Schraubenherstellung (*1950).

2) *Luftschraube*, *→ Schiffsschraube*, *→ Schraubenpropeller*.

Schraubenfläche, eine Fläche, die durch Schraubung einer Raumkurve entsteht. Die *Wendelfläche* (*BILD Fläche*) entsteht durch Schraubung einer Geraden, die die Schraubenachse senkrecht schneidet.

Schraubenlinie, eine Raumkurve. Die gewöhnliche S. entsteht durch Abrollen eines rechtwinkligen Dreiecks auf einem Zylindermantel (BILD).



Schraubenlinie: s Schraubenlinie, h Ganghöhe, α Steigungswinkel.

Schraubenlüfter, Schraubenventilator, ein propeller- oder schraubenförmiges Flügelrad zur Luftförderung, das auf dem Wellenstumpf des Antriebsmotors sitzt. Es saugt die Luft axial an und fördert sie in gleicher Richtung weiter. S. sind auch die Tisch- und Deckenfächer.

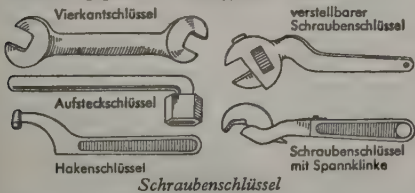
Schraubenmikrometer, ein bes. bei Mikroskopen verwendetes Gerät zum Messen kleiner Größen. Zum direkten Messen des Objekts dienen Objektmikrometer: ein Maßstab wird durch ein Linsensystem in die Ebene des Objekts projiziert, oder das Objekt wird von einer feingängigen Schraube an einem feststehenden Augenpunkt vorbeigeführt und aus der Größe der Schraubenbewegung die wirkliche Größe abgeleitet. S. zu Messungen im Bild heißen Okular-S. (→ Feinmeßokular, → Fadenmikrometer).



Ein S. für techn. Messungen besteht aus einem Bügel, dessen eine Seite eine polierte Planfläche trägt. Auf der anderen Seite läuft in einer Hülse eine feingängige Spindel, deren Vorschub mit Hilfe einer die Hülse umschließenden Trommel an einer eingravierten Teilung abgelesen wird. Die Ganghöhe der Spindel ist so bemessen, daß sich die Trommel nebst der Spindel bei 2 Umdrehungen um 1 mm gegenüber der Hülse verschiebt (BILD).

Schraubenpropeller, die heute vorherrschende Form der → Schiffsschraube; hat zwei bis fünf Flügel aus Stahlguß oder Bronze; die Flügel sind Ausschnitte aus mehrgängigen Schraubenflächen.

Schraubenschlüssel, Werkzeug zum Festziehen, Lösen und Verstellen von Schrauben und Muttern mit einer der Form des Schraubenkopfes oder der Mutter angepaßten Öffnung, dem Maul. Der Steck-

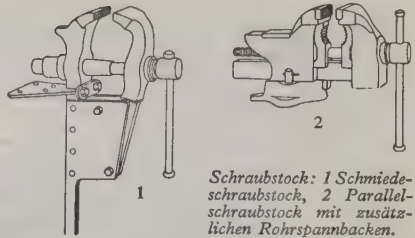


schlüssel umgreift die Schraube glockenförmig. Der **Hakenschlüssel** greift in Löcher oder Nuten am Umfang des Schraubenkopfes oder der Mutter ein. **Verstellbare S.** (Engländer, Franzosen) können auf verschiedene Maulweiten verstellt werden.

Schraubenzieher, meistförmiges Werkzeug zum Festziehen, Lösen und Verstellen von Schrauben mit geschlitztem Kopf.

Schraubgetriebe, dreigliedriges Getriebe mit wenigstens einem Schraubgelenk. Beispiele: Leitspindel der Drehbank, Schraubenpresse, Schraubstöcke, Drillbohrer usw.

Schraubstock, Vorrichtung zum Einspannen von Werkstücken. Die eine der beiden Backen, die das Werkstück fassen, wird durch eine Schrauben- spindel, z. B. beim Schmiede-S. über ein Gelenk oder beim Parallel-S. in einer Parallelführung, gegen die andere Backe bewegt. Der Rohr-S. dient zum Spannen von Rohren. Der Maschinen-S. ist ein Parallel-S. mit ebenem, geschlitztem Fuß, der auf den Tisch einer Werkzeugmaschine aufgespannt wird.



Schraubstock: 1 Schmiedeschraubstock, 2 Parallelschraubstock mit zusätzlichen Rohrspannbacken.

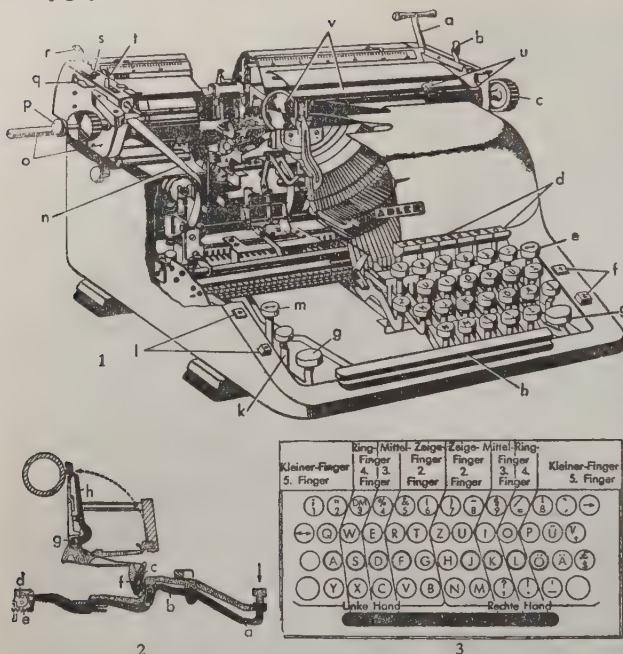
Schraubung, eine Bewegung, die sich aus einer Drehung um eine Achse und einer gleichzeitigen Schiebung längs derselben zusammensetzt.

Schreibfedern aus Stahl werden hergestellt durch Stanzen, Pressen, Glühen, Biegen und Härten. Die Federspitze wird bis zu einem Mittelloch gespalten; der Spalt verbreitert sich beim Schreiben und sorgt durch seine Kapillarwirkung für stetigen Tintenfluß. Ferner → Füllfederhalter.

Schreibmaschine, Büromaschine für Schreibarbeiten. In der gebräuchl. Ausführung schlagen beim Schreiben die vom Tastenfeld (*Tastatur*) aus betätigten Typenhebel gegen ein Farbband vor dem um die Schreibwalze gelegten Papier. Bei jedem Anschlag einer Type wandert der Wagen mit der Schreibwalze, von einer Feder gezogen, um die Typenbreite nach links. Schiebt man den Wagen am Zeilenende mit dem Zeilenschalter wieder nach rechts (Wagenaufzug), so dreht sich gleichzeitig die Schreibwalze um den eingestellten Zeilenabstand weiter. — Die Anordnung der Tasten ist international vereinbart.

Die Typenhebel liegen in dem kreisbogenförmigen **Typenkorb** oder **Segment** und werden von der zugehörigen Taste über Gelenkgetriebe bewegt. Meist wird der Anschlag dicht vor dem Papier am Prellring des Typenkorbs aufgefangen, den restlichen Weg legt die Type federnd zurück. Bei **geräuscharmen S.** werden die Typenhebel über Kniegelenke angepreßt. Jeder Typenhebel trägt 2, selten 3 Typen übereinander, die meisten für das Paar zusammengehöriger Klein- und Großbuchstaben. Zum Umschalten wird entweder der Wagen oder der Typenkorb angehoben oder gesenkt (Wagen- oder Segment-Umschaltung). Die Schrittgröße des **Wagens** ist im Schaltschloß festgelegt, einem Hemmwerk aus Schaltklinke und Klinkenrad, vergleichbar der Hemmung bei Uhren. Schaltschlösser mit mehreren Schrittgrößen kommen vor bei S. mit wahlweiser Sperrschraube oder mit 2 oder 3 Typenbreiten für verschiedene breite Buchstaben wie i und m. Die Zeilenschaltung geschieht gewöhnlich stufenweise mit einem Schaltklinkenrad. Bei der Stechwalze kann die Verbindung mit dem Schaltklinkenrad gelöst werden, z. B. um auf vorgedruckte Linien in Formularen zu schreiben. — Der **Tabulator** ist eine Zusatzeinrichtung zum Schreiben von Tabellen. Auf einen Kamm am Wagen setzt man an diejenigen Stellen Reiter, wo der Wagen angehalten werden soll. Beim Übergang auf eine durch Reiter markierte Stelle ist das Schaltschloß außer Eingriff, die Wagen-Bewegung wird dann durch einen Anschlag begrenzt. Das **Farbband** wird bei jedem Anschlag vor die Type gehoben und dann um ein Stück weiterbewegt. Für das Schreiben mit zweifarbigen Bändern können 2 Hubhöhen eingestellt werden; zum Beschreiben von Matrizen für Vervielfältigungsapparate ist das Farbband ausschaltbar.

AUSFÜHRUNGSFORMEN sind größere Büro-S. und Klein-S. Reise-S. sind besonders flach gebaut. — Bei der **elektrischen S.** kuppelt eine niedergedrückte Taste den zugehörigen Typenhebel an eine Zahn- oder Gummiwalze, die durch einen Elektromotor umläuft und den Typenhebel gegen das Papier wirft. Die Anschlagstärke ist einstellbar und vom Tastendruck unabhängig, das Schriftbild deshalb sehr gleichmäßig. Bei einigen elektr. S. erreicht man



Schreibmaschine: 1 Ansicht einer Büroschreibmaschine (Teilschnitt); a Papiereinwerfer, b Papierlöser, c Walzendrehknopf, d Tabulatortasten, e Rücktaste, f Sperrschrifteinsteller, g Umschalter, h Leertaste, h Umschaltfeststeller, l Farbband-einsteller, m Randlöser, n Zeilenschalter, o Wagen, p Walzenstechknopf, q Wagenlöser, r Gesamtlöcher der Tabulatoreinstellung, s Walzenlöser, t Zeileneinsteller, u Papierhalter mit Papierhalterrollen, v Schreibwalze. 2 Anschlagwerk; a Taste, b Tastenhebel, c Zwischenhebel, d Lager für Tastenhebel, e Rückzugfeder, f Lager für Zwischenhebel, g Lager für Typenhebel, h Typenhebel. 3 Zehn-Finger-Tastensystem.

sehr druckkühl. Schrift durch unterschiedliche Typenbreiten, nur einmal benutztes Kohlepapier-Farbband und Anschlagzähler zum Ausgleich des rechten Schriftendes mit eingeschobenen Leerschriften.

Die elektrische S. mit kugelförmigem Schreibkopf ist aus der älteren S. mit der Typenwalze hauptsächlich in zwei Punkten fortentwickelt: 1. Die Schreibwalze mit dem Papier ist nicht auf einem Wagen, sondern fest angeordnet, der Schreibkopf mit den Typen bewegt sich vor dem Wagen der Schreibzeile entlang. Dadurch bleibt die entstehende Schrift unbewegt vor dem lesenden Auge. 2. Der Anschlag ist demjenigen der üblichen Typenhebel-S. angeglichen: Der sehr leichte, aus Kunststoff hergestellte Schreibkopf bewegt sich im letzten, knapp 1 mm langen Wegstück im „freien Flug“ gegen die Schreibwalze. Dadurch entsteht das scharfe Schriftbild der Typenhebel-S., das mit der angepreßten Typenwalze nicht zu erreichen war. Weitere Vorteile sind die auch für schnelle Buchstabenfolgen ausreichende Schreibgeschwindigkeit (bis 16 Anschläge je s), der Schutz gegen Doppelanschläge und der schnelle Übergang auf eine andere Schriftart durch Auswechseln des Schreibkopfes.

Wirkungsweise: Der kugelförmige Schreibkopf trägt die Typen in 4 Reihen zu 22 Zeichen, auf der Hälfte des Umfangs die Kleinbuchstaben u. a., um 180° versetzt jeweils den zugehörigen Großbuchstaben. Die Zeichenauswahl geschieht über zwei Hebelgestänge, eins zum Schwenken in die Typenreihe, eins zum Drehen innerhalb der Reihe. Die Übersetzungsverhältnisse der Einzelhebel sind

so gestuft, daß ein von der Taste bewirkter Zug an einem oder mehreren der Hebel die jeweils insgesamt erforderliche Schwenk- und Drehbewegung des Kopfs zusammensetzt. Die Hebelbewegung wird über zwei Stahlbänder auf den Schreibkopf übertragen, unabhängig davon, an welcher Stelle in der Zeile er sich gerade befindet.

S. mit Lochstreifensteuerung schreiben selbsttätig nach einem beim ersten Schriftstück mitgelochten Lochstreifen ganze Schriftstücke gleichen Wortlauts, in den einzelne abweichende Wörter wie Anschrift, Anrede, Preisangaben durch Eintasten von Hand eingefügt werden können. Die elektr. S. in den Auslieferungswerken von Rechenautomaten werden unmittelbar durch Impulse vom Automaten oder durch Lochkarten, Lochstreifen oder Magnetbänder gesteuert, die im Auslieferungswerk automatisch hergestellt werden. – S. mit angebauten Rechenwerken sind → Buchungsmaschinen. Sonderformen sind Stenographiermaschinen, Blindenschriftmaschinen und Notens-S. für Musiknotenschrift.

W. LIND: Büromaschinen (1955).

Schriftgießerei, die Herstellung von Lettern für Druckschriften durch Gießen. Die Original-

stempel (Patrizen) werden nach drei Verfahren hergestellt. Beim **Stempelschneiden** wird das Buchstabenbild mit einer Radirnadel spiegelverkehrt auf die Stirnfläche eines Stahlstempels gezeichnet, dann mit einem Stahlstichel herausgearbeitet. Der Stahlstempel wird gehärtet und in ein prismat. Kupferstück abgepreßt. Beim **galvanischen Verfahren** (Zeugschnitt) wird das Original in einen Block aus Letternmetall erhaben eingeschnitten, die Patrizie galvanisch vernickelt und die Nickelform in einen Zinkblock eingegossen, der die Matrize bildet. Beim **Matrizenbohren** wird die Gußform (Matrize) durch Fräsen (Bohren) des Buchstabenbildes aus einem Metallblock auf der Schriftbohrmaschine hergestellt.

Schriftgrad, **Schriftgröße**, das Maß für die Gesamthöhe der → Letter und der Druckelemente; beim Normalsystem $62\frac{2}{3}\%$ typogr. Punkte (p) = 23,566 mm.

Schriftgranit, regelmäßige Verwachsung von Feldspat- und Quarzkristallen; dabei durchdringt der Quarz den Feldspat in verzweigten Stengeln.

Schriftschutzmaschine, **Scheckschutzmaschine**, Büromaschine zur Sicherung von Wert- und Geldangaben gegen Fälschung. Der Betrag wird als Zahl oder Wort in den Beleg, z. B. Scheck, so eingepreßt, daß die Papierfasern örtlich unglättbar verformt oder zerstört und meist auch lesbar eingefärbt sind.

Schrittzähler, **Pedometer**, ein kleines Gerät in Taschenuhrform zum Zählen der Schritte.

Schrödinger, Erwin, Physiker, * 1887, † 1961, Prof. in Berlin, Oxford, baute die Ansätze L. DE BROGLIES zu einer umfassenden Wellentheorie

	Punkte	
Diamant	4	m M
Perl	5	m M
Nonpareille	6	m M
Kolonel	7	m M
Petit	8	m M
Borgis	9	m M
Korpus (Garmond)	10	m M
Cicero	12	m M
Mittel	14	m M
Tertia	16	m M

Schriftgrade nach Namen und Punkten

der Materie aus (→ Wellenmechanik). 1933 Nobelpreis (mit DIRAC).

Schrot, 1) JAGD: kleine Bleikugeln von 1,2 bis 6 mm Ø. Feinste Sorte: *Dunst*, größere: *Posten*.

2) MÜLLEREI: grob zerklünnerte Körner von Getreide oder Hülsenfrüchten.

Schrotoeffekt, Störspannung in Elektronenröhren, hervorgerufen durch den statistisch schwankenden Strom infolge des ungleichmäßigen Austritts der Elektronen aus der Kathode.

Schrott, unbrauchbare metall. Gegenstände und Abfälle. *Fabrikations-S.*, z. B. Schmiede-, Stanz-, Walzabfälle werden in Halbzeugwerken und Gießereien wieder eingeschmolzen, *Altmittel-S.* muß hüttenmännisch aufgearbeitet werden, → Altmittelverhüttung. Edelmetallhaltiger S. heißt *Scheidegut*.

schruppen, → schlichten.

Schub, 1) die → Scherung.

2) von einem → Strahltriebwerk erzeugte Vortriebskraft.

Schubschiff, *Schubboot*, ein Fahrzeug zum Schieben von Lastschiffen ohne Eigenantrieb auf Binnengewässern. S. enthalten nur Antriebs- und Steuereinrichtungen sowie Wohnräume für die Besatzung und werden starr mit den zu schiebenden Fahrzeugen verbunden.

Schuh, 1) eine Fußbekleidung mit fester Sohle und geschlossenem Oberteil (Schaft). *Halb-S.* gehen nur bis zum Knöchel, *Schnürstiefel* hüllen den Fuß bis über den Knöchel vollständig ein, *Stiefeletten* reichen bis knapp an den Knöchel, *Langschäfter* gehen über die Wade.

Der *Schaft*, der den Fuß von oben umschließt, wird aus weichem, nachgiebigem Material hergestellt; er ist meist aus mehreren Teilen zusammengesetzt: Kappe (Vorderkappe meist versteift), Blatt, Besatz oder Seitenteile oder Quartiere oder Derby.

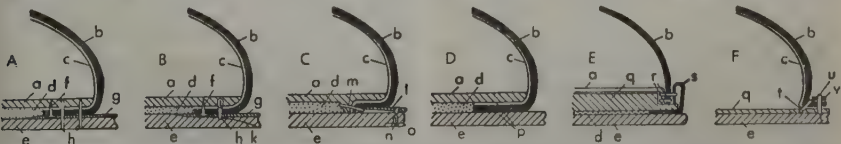
Die *Sohle* besteht aus einem Stück Scholler (Kernleder) von 1,5 bis 10 mm Dicke. Zwischen Sohle und Schaft liegt die *Brandsohle*, auf der der Schaft befestigt wird. Sie kann weich und dünn sein. In der Mitte des S. ist zwischen Sohle und Brandsohle ein *Gelenk* (aus Presspappe mit Stahlband verstärkt oder einer Holzfeder, selten aus Leder) als Stütze des Fußes eingelegt. Der *Absatz* besteht aus Leder oder aus Holz. Der Lederabsatz erhält durch Anbringung eines abgeschrägten Lederstreifens (*Keder*) ein Fersenbett. Die *S.-Größen* sind genormt. Als Längenmaße sind üblich: engl. Längen (Size), Pariser Stich, Zentimeter und Zahlen von 2¹/₄–8. Hierbei sind 8 engl. Size = 42 Pariser Stich = 28 cm. Im allgemeinen kennt man 8 verschiedene Weiten, die auch mit Buchstaben bezeichnet werden.

Nach Art der Verbindung von Sohle und Schaft werden unterschieden: *Durchgenähte* (*McKay-S.*), bei denen nach dem Ausleisten des Zwickleistsens die Sohle provisorisch aufgeheftet, dann mit Schaft und Brandsohle fest vernäht wird. Beim *Rahmen-S.* wird am fertig gezwickten S. ein schmaler Lederstreifen, der Rahmen, entlang der Bodenkante an der hochstehenden Lippe der Brandsohle mit gepichtem Garn (*Pechdraht*) angenäht, die Sohle provisorisch aufgeheftet und mit dem Rahmen durch Doppelnäht vernäht. Beim *geklebten S.* wird das Oberleder auf die Brandsohle und die Sohle an den Oberledereinschlag geklebt. Bei *gewendeten S.* wird die Sohle verkehrt auf den Leisten geheftet und der Schaft ebenfalls umgekehrt, also mit dem Futter nach außen, direkt auf die Sohle aufgezwickelt, dann flach an die Sohle angenäht. *Flexibel-* oder *Stitchdown-S.* werden hergestellt, indem die Sohle auf dem Leisten befestigt und der Schaft zunächst darauf geheftet wird, wobei das Oberleder nach außen gearbeitet wird. Es wird unter Mitführung eines Lederrahmens auf die Sohle gedoppelt (angenäht). Beim *California-S.* wird die Brandsohle zusammen mit einem Bezugstreifen schon in der Stepperei an den Schaft angenäht, dann der Leisten hineingeschoben, auf die Brandsohle ein Holzkeil mit einer Vorfußzwischensohle aufgeklebt und über diese der Bezugstreifen gezogen und durch Kleben verbunden. Die Vorfußzwischensohle besteht meist aus einem Korkkork. Nun wird die Sohle ebenfalls aufgeklebt. Ähnlich wird der *Cosy-S.* gearbeitet.

2) BAUTECHNIK: stählerne Ummantelung von Gründungsfählen.

Schuhkreme, feste oder pastöse Zubereitung zur Reinigung und Konservierung des Schuhleders. Ölkreme besteht aus Wachsgemischen mit Terpentinöl oder Benzin als Lösungsmittel; bei der Emulsionskreme sind Wachs und Lösungsmittel durch Emulgatoren in Wasser einemulgiert. Lederfette enthalten Wachs, tier. Fette und Vaselineöl.

schürfen, BERGBAU: das Aufsuchen nutzbarer Mineralien auf ihrer natürl. Lagerstätte (→ Bergbau). Durch *Schürfgängen*, -*schächte* und -*stollen* werden oberflächennahe, durch Bohrungen tiefere Vorkommen festgestellt. Indirekt arbeiten die geophysikal. Schürfmethode, die Lagerstätten durch magnet. Messungen, Schwerkraftmessungen, Prüfung der



Schuh: Befestigungsarten der Sohle am Schaft. A Holzgenagelter Schuh: a Brandsohle, b Oberleder, c Futter, d Ausfüllmasse, e Laufsohle, f einer der Tücker zur Befestigung des Schafes an der Brandsohle, g Keder (Lederstreifen) zur Verstärkung der Sohle, h Holznägel zur Befestigung der Sohle an Schaft und Brandsohle. B Durchgenähter Schuh: a-g wie A, h Naht aus gepichtem Garn, k Reißlippe, wird zum Eintragen der Naht vorher aufgeschnitten, dann wieder verschlossen. C Rahmenschuh: a-e wie A, l Rahmen, m Einstechnaht, n Doppelnaht zur Verbindung von Sohle mit Rahmen, o Reißlippe. D Geklebter Schuh: a-e wie A, p Klebstoff. E Californiaschuh: a, b, e wie A, d Ausball, q Zwischensohle, r Näfte, s Bezugstreifen. F Flexibel- oder fadengezwickter Schuh: b, c, e wie A, q Zwischensohle, t Fadenzwicknaht, u Doppelnaht, v Rahmen.

Schürfkübelwagen – Schwebung

elektr. Leitfähigkeit und durch Messungen der Laufzeit von Erschütterungswellen untersuchen.

Im ERDBAU dienen **Schürfkübeln** der Aufschließung des Erdbodens zur Verschaffung eines Einblicks in Art und Lagerung der Bodenschichten, in Grundwasserverhältnisse sowie zur Entnahme von Bodenproben für bodenmechan. Untersuchungen und zur Vornahme von Probebelastungen.

Schürfkübelwagen, ein Motorfahrzeug mit eingebautem Schürfkübel zum Lösen und Befördern von Erdrück (BILD Bagger 4).

Schürfraupe, die Planierfraupe (BILD Bagger 3), $\rightarrow$ planieren.

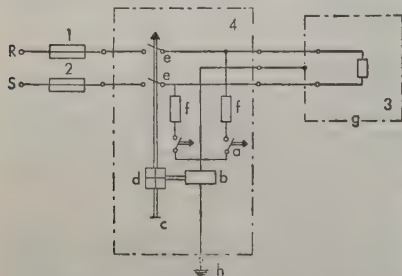
Schuß, WEBEREI: die Querfäden (Einschlag) eines Gewebes; Gegensatz: $\rightarrow$ Kette.

Schütz, 1) ELEKTROTECHNIK: ein elektromagnet. Schaltgerät, ähnlich dem $\rightarrow$ Relais, aber für höhere Leistung. Ein Hilfsstrom erregt einen Elektromagneten, dessen Anker Kontakte in Starkstromkreisen betätigt. Die Schaltkontakte arbeiten meist in Luft (Luft-S.), oft auch in Öl (Öl-S.; BILD Schalter).

2) WASSERBAU: ein Absperr- und Stauverschluß zur Regelung des Durchflusses; am einfachsten eine S.-Tafel, die durch eine Winde gehoben wird. Bei Doppel-S. können beide Tafeln unabhängig voneinander bedient werden. Roll-S. laufen auf Rollen. Weitere Verschlußkörper sind: Dreh- und Klapp-S., Segment-S., Rohr- oder Zylinder-S. werden z.B. bei Schleusen als Umlaufverschlässe verwendet.

Schutzkontaktstecker, $\rightarrow$ Erdung, $\rightarrow$ Steckdose.

Schutzschaltung, eine Schaltung zur Verhinderung gefährd. Berührungsspannungen bei elektr. Anlagen (Elektroherden, Waschmaschinen usw.). Bei der gebräuchlichsten **Heinisch-Riedl-RWE-Schaltung** fließt bei leitender Verbindung des Ge-



Schutzschaltung: Schaltschema; 1, 2 Schmelzsicherungen, 3 Stromverbraucher mit Metallgehäuse (z.B. Elektroherd), 4 Schutzschalter; a Prüftaster, b Auslösespule, c Handgriff zum Einschalten, d Freiauslösung, e Hauptschaltkontakte, f Schutzwiderstände, g Metallgehäuse, h Hilfserde, RS Netzanschluss.

häuses mit einem spannungsführenden Leiter der Strom über die Auslösespule des Schutzschalters zur Erde. Durch die Freiauslösung wird eine vorher gespannte Feder freigegeben, die die Hauptschaltkontakte öffnet und damit den Stromverbraucher abschaltet.

Schwachstrom, Strom, der von Spannungen unter 24 V (bei Fernsprechanlagen unter 60 V) erzeugt wird. Gegensatz: **Starkstrom**. Die Bezeichnung S. ist unklar, da nicht der Strom, sondern die Leistung maßgebend ist und gerade in S.-Kreisen sehr starke Ströme fließen können. Hauptanwendungsgebiet des S. ist die Fernmeldetechnik, deren Leitungen im Gegensatz zu denen der Stromversorgungs-Unternehmen (Elektrizitätswerke) oft noch als S.-Leitungen bezeichnet werden. S.-Technik, $\rightarrow$ Elektrotechnik.

Schwalbenschwanz, trapezförm. Verbindung zweier Teile, auch als Führung des einen Teils in dem andern angewendet (BILD Holzverbindungen).

Schwarzblech, gewöhnliches, an der Oberfläche unbehandeltes Eisenblech.

Schwärzen sind schwarze Farbstoffe tierischen, pflanzl. oder mineral. Ursprungs. Sie werden meist aus Abfällen (Knochen, Leder, Reben, Kork, Braunkohlen, bituminösem Schiefer u. dgl.), durch Erhitzen unter Luftabschluß gewonnen und sind in Korn, Farbtiefe und Ausgiebigkeit sehr verschieden. Der Kohlenstoffgehalt beträgt bei den pflanzl. S. etwa 95%, bei den tier. S. 10–20%.

Schwärzer-als-Schwarz, FERNSEHTECHNIK: Bei der in Deutschland gültigen Fernsehnorm mit Negativmodulation entspricht dem Bildweiß 10%, dem Bildschwarz 75% der maximalen Trägeramplitude; die Gleichlaufimpulse haben eine Amplitude von 100%, erstrecken sich also in das S.-a.-S.-Gebiet zwischen 75% und 100%. In England mit Positivmodulation entspricht Bildweiß 100%, Bildschwarz 30%; die Gleichlaufimpulse liegen auch hier im S.-a.-S.-Gebiet zwischen 30% und 0%.

Schwarzerde, ein hochwertiger, humusreicher Boden mit hohem Basensättigungsverhältnis, meist an Löß gebunden.

schwarzer Körper, Planckscher Strahler, ein idealisierter Körper, der elektromagnet. Strahlung aller Wellenlängen vollständig absorbiert und nach dem $\rightarrow$ Kirchhoffschen Strahlungsgesetz maximal emittiert. Praktisch wird der s.K. durch eine sehr kleine Öffnung in einem Hohlkörper mit für elektromagnet. Strahlung aller Wellenlängen undurchlässigen Wänden in beliebiger Annäherung verwirklicht. Er dient als Strahlungsnorm für die Prüfung von optischen Pyrometern und zur Festlegung der Lichteinheit ($\rightarrow$ Candela).

Schwarzöl, aus Leinöl gewonnenes Bindemittel zur Linoleumherstellung.

Schwarzpegel, **Schwarzwert**, im Fernsehsignal der Bezugswert der Signalamplitude, der den schwarzen Bildstellen entspricht. Er muß möglichst konstant gehalten werden, damit das Bild mit den richtigen Tönungen wiedergegeben wird. Da der S. an bestimmten Stellen des Übertragungsweges sich in Abhängigkeit vom Bildinhalt ändert, sind **Schwarzsteuerelemente** zur Wiedergewinnung eines konstanten S. erforderlich.

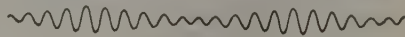
Schwarzpulver, $\rightarrow$ Schießpulver.

Schwarzung, PHOTOGRAPHIE: die Schwarzfärbung photograph. Materials durch auffallendes Licht und anschließende Entwicklung; wird zu Meßzwecken definiert durch den dekad. Logarithmus des Verhältnisses zwischen auffallendem und durchgelassenem Meßlicht.

Um die **Schwarzungskurve** zu erhalten, wird die Lichtmenge in logarithm. Maßstab auf Diagrammpapier aufgetragen, die zugehörige S. senkrecht dazu in linearem Maßstab. Die S. 0,1 über dem Schleier (Schwarzungswert an unbelichteten Teilen) stellt den kleinsten noch kopierfähigen Schwarzungswert dar. Beim DIN-Verfahren gilt die Lichtmenge, die dazu nötig ist, als Maß für die Empfindlichkeit.

Schwebbahn, Schienen- und Seilschwebbahnen, bei denen die Fahrzeuge an einem Fahrwerk hängen, dessen Räder auf einer Schiene oder einem Seil laufen, oder Sessel (*Sessellift*) oder Kabinen an einem umlaufenden Seil festgeklemmt sind, $\rightarrow$ Bergbahnen.

Schwebung, die periodische Schwingung der Amplitude einer Schwingung, entstanden durch Überlagerung zweier periodischer Schwingungen der wenig verschiedenen Frequenzen f_1 und f_2 . Die Schwebungsperiode ist gleich $f_1 - f_2$; sie ist nur



Schwebungen

dann objektiv vorhanden, wenn die Gesamtschwingung einer nichtlinearen Verzerrung (z. B. Gleichrichtung) unterworfen wird. Bei akustischen Schwingungen tritt die Schwebungsfrequenz infolge nichtlinearer Verzerrungen im Mittelohr als selbständiger Ton in Erscheinung, wenn sie ins Hörgebiet (etwa 20 Hz bis 20 kHz) fällt. Unterhalb etwa 4 Hz wird die S. als reine Lautstärkeschwankung empfunden. Die in der resultierenden Schwingung neben der Amplitudenschwankung vorhandene Frequenzschwankung wird vom Ohr nicht wahrgenommen.

Schwebungsempfang, Heterodyneempfang, FUNKTECHNIK: ein Empfangsverfahren zum Hörbar-machen tonloser Telegraphiezeichen: eine um eine Tonfrequenz (z. B. 900 Hz) von der Empfangsfrequenz abweichende Hochfrequenz wird im Empfänger erzeugt und der Empfangsfrequenz überlagert. Daraus wird durch anschließende Gleichrichtung die hörbare Schwebungsfrequenz, d. h. die Differenzfrequenz, gewonnen.

Schwefel, S, chem. Element, Nichtmetall; Ordnungszahl 16, Massenzahlen 32, 34, 33, 36, Atomgewicht 32,064, Schmelzpunkt $112,8^{\circ}\text{C}$ (rhomische Modifikation), Siedepunkt $444,6^{\circ}\text{C}$, Dichte $2,07\text{ g/cm}^3$.

VORKOMMEN. S. ist in der Erdrinde mit etwa 0,1 % enthalten, in elementarer Form in vulkan. (Italien, Japan) oder sedimentären Ablagerungen (Texas), in chem. Bindung vor allem an Metalle, so z. B. in den Sulfaten Gips und Schwerspat und in den Sulfiden S.-Kies, Zinkblende und Bleiglanz. Geringe Anteile von S. finden sich u. a. auch in der Kohle und im pflanzl. und tierischen Eiweiß. Viele Heilquellen enthalten S.-Wasserstoff.

GEWINNUNG. Elementarer S. wird erhitzt und in flüssiger Form vom begleitenden Gestein getrennt. In unterirdische Lager (Texas) werden konzentrische Rohre eingeführt, von denen eines Heißdampf, eines Druckluft führt, während im dritten der flüssige S. hochsteigt. In Dt. wird S. vorwiegend als Nebenprodukt der Kohleverkokung gewonnen.

EIGENSCHAFTEN, VERWENDUNG. S. ist ein gelber, den elektr. Strom gut isolierender Stoff. Die bei Zimmertemperatur beständige Modifikation ist der rhomische S., der bei Erhitzung über $95,5^{\circ}\text{C}$ nach und nach in den monoklinen S. (Schmelzpunkt $119,2^{\circ}\text{C}$, Dichte $1,96\text{ g/cm}^3$) übergeht. Flüssiger S. ist bei steigender Temperatur dünnflüssig und hellgelb, dann braun und zähflüssig, dann wieder dünnflüssig, aber tief braun. Durch rasche Abkühlung von braunem flüssigem S. erhält man (infolge „Kettenbildung“ der S.-Atome) den plastischen (amorph) S., der sich im Laufe einiger Zeit in kristallinen S. umbildet. Kristalliner S. löst sich in Wasser gar nicht, in Äther und Alkohol kaum, leicht dagegen in S.-Kohlenstoff und Chloroform. Plastischer S. wird auch von diesen Flüssigkeiten nicht aufgelöst. Die Moleküle des gasförmigen S. sind unter 1000°C achttatomig (S_8), darüber zweiatomig (S_2). Zur Reinigung wird S. destilliert; der abgekühlte Dampf sublimiert in pulveriger Form als S.-Blume. Stangen-S. ist in längliche Formen gegossener Roh-S. Elementarer S. wird in großen Mengen in S.-Chlorid gelöst und dient zur Vulkanisation des Kautschuks, medizinisch zu Abführmitteln und Hautsalben. Wegen seiner niedrigen Zündtemperatur (260°C) wird feinverteilter S. für Schwarzpulver, Streichholzköpfe und Feuerwerkskörper verwendet. Die Schädlingsvernichtung durch Aufstreuen von S.-Pulver auf Nutzpflanzen scheint auf der Bildung von S.-Säure bei Einwirken der Luftfeuchtigkeit zu beruhen.

VERBINDUNGEN. Der 2-, 4- oder 6-wertige S. reagiert wie der verwandte Sauerstoff mit den meisten übrigen Elementen, jedoch nicht so lebhaft. – S.-Wasserstoff, H_2S , ist brennbar, bei Zimmertemperatur gasförmig und riecht widerlich. Konzentriert ist der S.-Wasserstoff giftig, bei Auflösung in viel Wasser aber heilkräftig gegen Hautkrankheiten. Er ist eine sehr schwache Säure, die, wie die meisten ihrer Salze, der Sulfide, auch in der Natur vorkommt („Blenden“, „Kiese“, „Glanze“). Die Poly-S.-Wasserstoffe

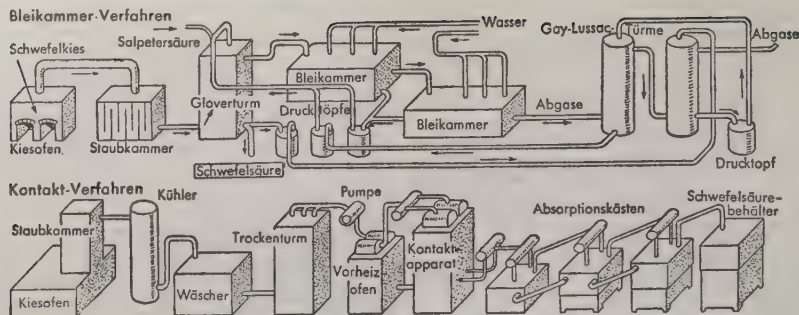
haben die Zusammensetzung H_2S_x und H_2S_n . Die Polysulfide haben entsprechend 2 oder 3, manchmal auch mehr (bis zu 7) Schwefelatome je Molekül. Sie werden u. a. als Mittel gegen Pflanzenschädlinge verwendet. – S.-Dioxid, SO_2 , bildet sich beim Rösten der Schwefelerze (Metallsulfide). Seine desinfizierende Wirkung wird beim → Schwefeln von Fässern usw. ausgenutzt. Beim Einleiten von S.-Dioxid in Wasser bildet sich → schweflige Säure, H_2SO_3 . Aus S.-Dioxid und Luft gewinnt man bei etwa 400°C in Anwesenheit eines Katalysators S.-Trioxid, SO_3 , das mit konzentrierter → Schwefelsäure, H_2SO_4 , die rauchende oder Pyro-S.-Säure bildet. – Das Natriumthiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, ein Salz der sehr unbeständigen Thioschwefelsäure, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$, ist das „Fixiersalz“ der Photographie; in der Bleiche dient es zur Überführung von elementarem Chlor in Chlorwasserstoff. – Weitere unbeständige S.-Säuren oder deren Salze dienen je nach ihrer Struktur als Oxydations- oder Reduktionsmittel. – Von den zahlreichen S.-Halogenverbindungen ist das S.-Chlorid (S_2Cl_2) als Lösungsmittel für elementaren S. wichtig. – S.-Kohlenstoff, CS_2 , ist ein Lösungsmittel für S., Harze, Fette, Gummi und ein starkes Nervengift.

Schwefelcolorbstoffe, meist schwarze, blaue, grüne, gelbe bis rotbraune, farbstärke, licht- und waschechte organ. Farbstoffe, man erhält sie durch Erhitzen einfacher organ. Zwischenprodukte in Natriumpolysulfidschmelzen, aus denen sie nach Zusatz von Wasser mit Luft ausgeblasen werden.

Schwefelkies, → Eisenkies.

Schwefeln, das Räuchern oder Tränken mit Schwefel oder Schwefelverbindungen, meist zum Abtöten schädlicher Keime. Pflanzen bestäubt man mit Schwefel zum Schutz gegen Schädlinge. Wein wird durch Zusatz von flüssigem Schwefeldioxid haltbar gemacht; auch durch Tabletten aus Kaliumpyrosulfat ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ mit etwa 50 % SO_2). Erlaubter Höchstgehalt an schwefeliger Säure in Deutschland 200 mg in 1 l. Die goldgelbe Farbe des Tabaks wird ebenfalls durch S. erreicht. Woll- und Seidengarne werden zum Aufhellen oder Bleichen mit Schwefeldioxid behandelt.

Schwefelsäure, H_2SO_4 , eine der stärksten Säuren. Die konzentrierte S., eine farblose, ölige Flüssigkeit, die stark wasserziehend wirkt, bildet als zweibasische Säure primäre, saure Salze, die Hydro-(gen)sulfate oder Bisulfate, und sekundäre, neutrale Salze, die Sulfate. – **HERSTELLUNG.** Bei dem älteren Bleikammerverfahren wird Schwefelmetall (meist Schwefelkies) im Kieselofen geröstet (erhitzt). Hierdurch entsteht gasförmiges Schwefeldioxid (→ Schwefel), das in der Staubkammer von den Verunreinigungen (Flugstaub, Arsentrioxid) befreit, dann in den Gloverturn (einen mit säurefesten Steinen ausgesetzten Bleiturn) geführt und dort durch herabrieselnde Salpetersäure mit nitrosen Gasen versetzt wird. Das Gasgemisch (aus Schwefeldioxid, nitrosen Gasen, Stickstoff und Sauerstoff der Luft) wird nun mit Blei ausgeschlagenen Kammern zugeleitet, den Bleikammern, wo das Schwefeldioxid zu Schwefeltrioxid oxydiert und sich mit eingespritztem Wasser zu S. vereinigt. Diese sammelt sich als „Kammersäure“ (66 %) unten in Behältern der Bleikammern; zur Konzentration auf 80 % wird sie wieder dem Gloverturn zugeleitet. Die an Stickstoff und nitrosen Gasen reichen Abgase der Bleikammern werden in Gay-Lussac-Türmen (mit Bleiplatten ausgekleidet und mit Koksstücken gefüllten Türmen) ebenfalls auf S. verarbeitet. – Beim Kontaktverfahren wird im Kontaktapparat mit Hilfe von Kontaktmassen (Katalysatoren) das Schwefeldioxid zu Schwefeltrioxid oxydiert. Letzteres fängt man in Absorptionskästen in konzentrierter S. auf, wobei Rauchende S. (Oleum) entsteht. – Verwendung findet S. als wasserziehendes Mittel bei der Darstellung von Schießbaumwolle u. a., zum Füllen von Akkumulatoren, ferner in der Düngemittelindustrie zur Darstellung anderer Säuren usw. Ihre Fabrikation im großen bildet eine der wichtigsten Grundlagen der chem. Industrie.



Schwefelsäure: Herstellungsverfahren (schematisch)

schweflige Säure, das im freien Zustand nicht beständige Hydrat des Schwefeldioxids, SO_2 , eine zweibasische Säure der Formel H_2SO_3 . Ihre Salze heißen **Sulfite**. Natriumsulfid, NaHSO_3 , dient zum Bleichen von Stroh, Holz, Wolle u.a., **Kalziumbisulfid**, $\text{CaH}_2(\text{SO}_3)_2$, zum Freimachen des $\rightarrow$ Zellstoffs aus Holz (Sulfitzellulose); s. S. wirkt reduzierend und keimtötend ($\rightarrow$ schwefeln).

schweißen, 1) **HOLZBEARBEITUNG**: das Herausarbeiten bogen- oder kreisförmiger Schnitte mit der **Schweif- oder Dekupiersäge**.

2) **METALLBEARBEITUNG**: das Ausbilden des Randes eines Blechgefäßes auf dem **Schweifstock** mit dem **Schweifhammer**.

3) **WEBEREI**: $\rightarrow$ schären.

Schweigezone, $\rightarrow$ Zone 5).

Schweifurter Grün, ein Doppelsalz des Kupfers mit arseniger Säure und Essigsäure, $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3 \text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$, früher vielfach als Anstrichfarbe verwendet, heute wegen seiner Giftigkeit meist durch andere Stoffe ersetzt.

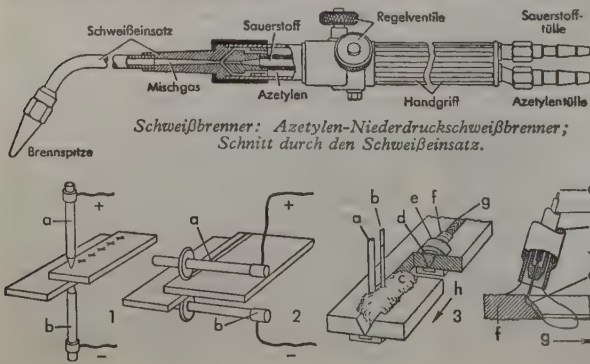
Schweißbrenner, **Danielscher Hahn**, ein aus zwei ineinandergesteckten Röhren bestehender Hahn, der eine explosionslose Verbrennung von Wasserstoff (Azetylen) mit Sauerstoff ermöglicht. Die hohe Flammentemperatur kann zum Schmelzen von Platin (Schmelzpunkt 1774°C) oder zum autogenen $\rightarrow$ Schweißen und Schneiden von Metallen gebraucht werden.

schweißen, das Verbinden metall. Werkstücke oder Werkstoffe durch Ineinanderrücken (Preß-S.) oder Ineinanderfließen (Schmelz-S.) des örtlich erwärmten Werkstoffes im Gegensatz zum $\rightarrow$ Löten. Als Wärmequelle dient die Flamme eines Heizgases oder der elektr. Lichtbogen.

Zur **Preßschweißung** zählen neben der heute seltenen **Hammerschweißung**, bei der die zu verbindenden Werkstückenden in teigigem Zustand (bei Stahl etwa 1300°C) übereinandergelegt und durch

Hammerschläge miteinander vereinigt werden, die Verfahren der elektr. **Widerstandsschweißung**, die bei allen Metallen und Legierungen außer Gußeisen und eutektischen Leichtmetall-Legierungen angewandt werden können. An den Verbindungsstellen werden die Werkstoffe durch den elektr. Strom bis zum teigigen Zustand erhitzt und dann ineinandergedrückt. Beim **Abschmelz-S.** werden nach Einschalten des Stromes die sich zunächst berührenden Flächen auseinandergezogen, so daß Funken von einem Werkstück zum anderen überspringen und Unebenheiten abgeschmolzen werden. Nach Abschalten des Stromes werden die Teile schlagartig zusammengepreßt. Beim **Stumpf-S.** werden die beiden parallelen, ebenen Flächen einander so weit genähert, daß sie sich mit ihren Stirnseiten berühren. Durch Stromübergang wird die Kontaktstelle bis zur Schweißhitze erwärmt und die Schweißung durch Gegeneinanderpressen vollzogen. Bei der **Punktschweißung** pressen stiftförmige Elektroden die zu verschweißenden Werkstücke, meist Bleche, zusammen, so daß nur eine punktförmige Verbindung entsteht. Zur **Nahtschweißung** werden an Stelle der stiftförmigen Elektroden Rollenelektroden verwendet. Es entsteht eine ununterbrochene wasserdichte Schweißnaht. Zur **Buchelschweißung** werden in das Blech Buckel oder Warzen eingepreßt, so daß nur an diesen Stromübergang und Verschweißung stattfindet.

Bei der **Schmelzschweißung** wird der Werkstoff an den zu verbindenden Enden verflüssigt und fließt zusammen. Meist wird noch ein Schweißstab gleichen oder ähnlichen Materials mitgeschmolzen. Als **Auftragsschweißung** wird gleicher Werkstoff zur Ausbesserung von Werkstücken aufgeschmolzen oder hochwertiger Werkstoff auf Grundstoff geringer Güte aufgetragen. Die zur **Gasschmelzschweißung** (autogenes S.) benötigte Wärme wird durch Verbrennung eines Heizgases (Azetylen, Leuchtgas,



schweißen: 1 elektrische Widerstandsschweißung (**Punktschweißung**): a, b Elektroden; die Kreuze deuten die zu schweißenden Stellen an. 2 elektrische Nahtschweißung: a, b Rollelektroden. 3 Unterpulver-Verfahren: a Schweißpulverzuführung, b Schweißdraht, c Schweißpulver, d Schweißgut, e Pulverüberschuß, f Schlacke, g Schweißnaht, h Schweißrichtung. 4 Metall-Inertgas-Schweißen: a Schweißdraht, b Schutzgaszuführung, c Kühlwasser, d Schmelzbad, e Schutzgas, f Schweißgut, g Schweißrichtung.

Propan, Benzoldämpfe) mit Sauerstoff an dem Mundstück eines →Schweißbrenners erzeugt. Die Temperatur der Flamme beträgt bei Acetylen-Sauerstoff etwa 3000°C, bei Leuchtgas-Sauerstoff rd. 1800°C. – Bei der *Lichtbogenschweißung* wird das Schweißgut (Grundwerkstoff und Zusatzwerkstoff) durch einen Lichtbogen aufgeschmolzen, der zwischen Elektrode und Werkstück oder zwischen mehreren Elektroden gezogen wird.

Beim *Elektronenstrahl-S.* (im Vakuum) wird nur die unmittelbare Umgebung der Schweißnaht erhitzt, während das Werkstück kalt bleibt. Es können Metalle mit sehr unterschiedl. Schmelzpunkt wie Wolfram, Molybdän, Aluminium, Tantal miteinander verbunden werden.

Über *S. mit Hochfrequenz* →Hochfrequenzgeräte 2). →Aluminothermie.

W. BRUNST: Elektr. Widerstands-S. (1952); H. HOLLER: Leitfaden für Autogenschweißer (1962); E. SUDASCH: Schweißtechnik (1959).

KUNSTSTOFFE werden geschweißt, indem sie durch Erwärmen plastisch gemacht und dann zusammengepreßt werden. Es entsteht eine homogene Verbindung.

Schweitzers Reagens, Tetrammin-Kupfer(II)-hydroxid, $[Cu(NH_3)_4](OH)_2 \cdot 3H_2O$, vermag Zellulose zu lösen. Verwendung bei der Herstellung von Kupfer-Reyon (→Reyon).

Schwelle, EISENBAHNBAU: Querträger, dient zur Übertragung des Raddruckes der Fahrzeuge von der Schiene auf die Bettung, ferner zur Aufnahme von Längs- und Querkraften im Gleis und zur Spurhaltung der Gleise, →Eisenbahnbau.

Schwellenwert, PHYSIK und PHYSIOLOGIE: der geringste Betrag einer Ursache, der ausreicht, um eine erkennbare Wirkung auszuüben.

Schwelofen, Drehrohr-, Schacht- oder Spülgasofen, zur Tieftemperaturverkokung von Kohle und Ölschiefer.

Schwelung, eine trockene →Destillation, bei der alle flüchtigen Bestandteile aus dem Ausgangsstoff entweichen. Geschwelt werden Braunkohlen, Steinkohlen, Holz, Torf, Ölschiefer u. a., die Produkte sind Gase, Öle, Teere und Koks. Bei der *Braunkohle-S.* wird das aliphatische Bitumen zu einem Gemisch destillierbarer paraffinischer Öle, dem *Schwellteer*, aufgespalten. Rückstand ist der *Schwell- oder Grudekoks*, der als Heizmaterial für Küchenherde und für die Staubfeuerung von Großkraftwerken sowie für die Erzeugung von Synthesegasen (Ammoniak, Benzin, Buna) dient. Braunkohlenschwelter gibt 80% Destillate, die zu Benzin, Dieselöl, Heizöl und Paraffin aufgearbeitet werden.

Schwemmsteine, hochporige Vollsteine aus Hüttenbims, gemischt mit Kalk, Schlackenmehl oder Zement und an der Luft, in Dampf oder Abgasen erhärtet (*Hütten-S.*); sie sind gute Putzträger und, mit Kalkzementmörtel vermauert, bei 12 cm Stärke feuerbeständig. *Zement-S.* werden hergestellt aus Bimskies mit hydraul. Bindemitteln.

Schwerchemikalien, die in großen Mengen, meist billig und nicht bes. gereinigt hergestellten anorgan. Stoffe wie Salz-, Schwefel-, Salpetersäure, Ätzalkalien, Ammoniak, Natriumsulfat.

Schwere, Schwerkraft, →Gravitation.

Schweremessung, *Gravimetrie*, die Messung der Schwerebeschleunigung (→Fall) mit Pendeln oder Gravimetern (*Schweremessern*, *Schwerevariomern*), die meist auf dem Prinzip der Federwaage beruhen.

Schwerer Wasserstoff, *Schweres Wasser*, →Deuterium.

Schwermetalle, die Metalle mit einem spezif. Gewicht über 5. Niedrig schmelzende S. sind: Zink, Kadmium, Zinn, Blei, Quecksilber; hochschmelzende: Eisen, Chrom, Kobalt, Nickel, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Palladium, sehr hoch schmelzende: Wolfram, Tantal und Molybdän.

Schmelzöl, hochsiedende Kohlenwasserstoffgemische, die bei der Destillation des Steinkohlenteers und als Rückstandsöle bei der Erdölverarbeitung

anfallen. Verwendung als Heizöl, Dieseltreibstoff. Ausgangsstoff bei Krackverfahren.

Schwerpunkt, →Massenmittelpunkt.

Schwerpunktsatz, einer der →Erhaltungssätze: In jedem abgeschlossenen physikal. System bewegt sich der →Massenmittelpunkt (Schwerpunkt) geradlinig und gleichförmig. Der S. ist mit dem Impulssatz (→Impuls) gleichwertig.

Schwerspat, *Baryt*, rhombisches Mineral, $BaSO_4$, farblos, weiß oder farbig, tafelig oder stenglig, Dichte 4,5; wird in der Farbenindustrie und zum Beschweren und Satinieren von Papier und Stoffen verwendet.

Schwimmmaufbereitung, *Schwimmverfahren*, →Flotation.

schwimmen, von einer Flüssigkeit getragen werden. Körper, deren mittlere Dichte kleiner ist als die der Flüssigkeit, s. durch statischen →Auftrieb, sobald das Gewicht der von ihnen verdrängten Flüssigkeit gleich ihrem eigenen Gewicht wird; bei geeigneter Bewegung und Formgebung s. auch Körper mit größerer Dichte durch statischen oder dynamischen Auftrieb (Schwimmen des Menschen und der Landtiere). Sehr leichte Gegenstände können auch durch die Oberflächenspannung der Flüssigkeit getragen werden.

Schwimmer, ein auf einer Flüssigkeit schwimmender Körper als Träger einer Last (S. bei Wasserflugzeugen) oder als Regelorgan, z. B. im Vergaser oder im Spülkasten des Spül-Aborts, auch ein Stab zur Messung der Wassergeschwindigkeit.

Schwimmweste, Rettungsmittel in Seenot.

Schwingachse, →Achsanordnungen.

schwingen, FLACHS- und HANFGEWINNUNG: von den gerösteten und geknickten Stengeln die Holzteile mit einem *Schwingmesser* oder auf einer *Schwingmaschine* (*Schwingturbine*) entfernen.

Schwingfestigkeit, *Dauer (Schwing)festigkeit*, die Festigkeit bei dem größten, gerade noch ohne Bruch ertragenden Schwinglastwert (→Dauerschwingversuch); ist gekennzeichnet durch eine *Mittelspannung* (mittlere Spannung) und den um diese schwingenden *Spannungsausschlag* (Amplitude der Spannungsschwankung). Sonderfälle sind die *Wechselfestigkeit* (Mittelspannung = 0) und die *Schwellfestigkeit* (Mittelspannung gleich groß wie Spannungsausschlag).

Schwingkraftmühle, *Schwingmühle*, ein zylindrisches oder trog förmiges Gefäß, in dem sich eine Füllung aus Mahlkörpern (Stahl- oder Porzellan-kugeln) und dem Mahlgut befindet. Durch sehr starke Vibration werden die Kugeln angehoben; beim Niederfallen zerkleinern sie das Mahlgut. Trocken erzielen S. eine Feinheit bis etwa 10 µ, naß bis etwa 1 µ (*Feinstmühlen*).

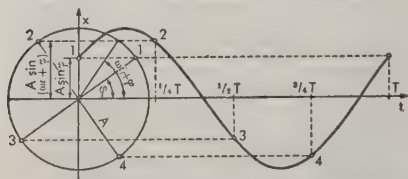
Schwingmetall, ein Maschinenbauteil aus Metallplatten mit zwischengelegtem, evulkanisiertem Gummiklotz, der als schwingungsdämpfender Puffer wirkt. S. wird zur schwingungsmindernden Lagerung z. B. von Kolbenkraftmaschinen, Elektromotoren, schweren Rädergetrieben sowie im Fahrzeugbau verwendet. Es ist schalldämpfend.

Schwingquarz, NACHRICHTENTECHNIK: ein Quarz, der unter Ausnutzung des piezoelektr. Effektes als frequenzbestimmendes Element bes. in Oszillatorschaltungen in Sendern und Empfängern dient (*Piezquarz*, CADY 1923). Die durch die elektr. Schwingungen angeregten mechan. Schwingungen üben eine elektr. Rückwirkung auf die Oszillatorschaltung wie ein elektr. Resonanzkreis mit sehr geringer Dämpfung aus.

Schwingung, die Bewegung einer Größe eines physikal. Systems mit Umkehr der Bewegungsrichtung, im engeren Sinne eine *periodische Bewegung* (→Periode). Im einfachsten Fall einer →harmonischen Bewegung wird der *Augenblickswert* oder die *Elongation* der schwingenden Größe x zur Zeit t dargestellt durch $x = A \sin(\omega t + \varphi)$. Darin heißt A die *Amplitude* oder *Schwingungsweite* oder der *Schwellwert*. Das Argument des Sinus, also $\omega t + \varphi$, ist der *Phasenwinkel*, oder auch kurz die →Phase, zur Zeit t . Der konstante Winkel φ ist der *Nullphasen-*

Schwingungsdämpfer – Secam

winkel. ω , die Kreisfrequenz, ist gleich $2\pi f$, wenn f gleich der Frequenz der harmonischen S ist; sie hängt mit der Schwingungsdauer T durch die Beziehung $T = 1/f$ zusammen. In Abständen der



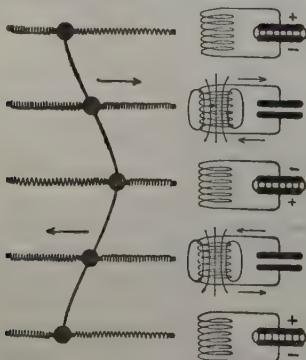
Schwingung: Diagramm der harmonischen Schwingung $x = A \sin(\omega t + \varphi)$

Periode T nimmt x dieselben Werte an. Eine beliebige periodische Bewegung der Periode T lässt sich als Summe von harmonischen S . darstellen:

$x = \sum_{n=0}^{\infty} A_n \sin(n 2\pi f t + \varphi_n)$, deren Frequenzen ganzzahlige Vielfache $n f$ der Grundfrequenz $f = 1/T$ sind. $A_n \sin \varphi_n$ ist der Gleichwert oder lineare Mittelwert der period. Bewegung; $A_2, \varphi_2, A_3, \varphi_3$ usw. sind die Amplituden und Nullphasen der Oberschwingungen (der Harmonischen), A_1, φ_1 die der Grundschwingung. Schwingungsfähige, passive Systeme, d. h. Systeme, die im Innern keine Energiequellen enthalten, denen auch von außen keine Energie zugeführt wird, können nur gedämpfte S . ausführen. Erregt man ein solches System mit einer periodischen S , so führt es einige Zeit nach Einschalten der Erregung eine erzwungene, ungedämpfte S . aus. Stimmt die Frequenz einer der Teil- S . der erregenden S . mit der Frequenz einer $\rightarrow$ Eigenschwingung des Systems überein, so nimmt die Amplitude der zugehörigen Teil- S . gleicher Frequenz des Systems im allgemeinen einen Maximalwert an. Mit einer Eigen- S . erregte, räumlich ausgedehnte Systeme zeigen eine räumliche Verteilung der Amplituden mit Schwingungsknoten und Schwingungsbäuchen, d. h. Stellen oder Linien, in denen Ruhe herrscht, oder in denen im anderen Fall maximale S . auftreten (stehende $\rightarrow$ Wellen). Nichtharmonische S . sind z. B. $\rightarrow$ Kipperschwingungen.

Schwingungsdämpfer sollen bei Maschinen mit umlaufenden oder hin und her bewegten Massen störende Torsionsschwingungen im Betriebsdrehzahlbereich dämpfen. Meist dient dazu eine unter Reibungsschluß mit der Kurbelwelle umlaufende Scheibe. Bei den Schwingungstilgern werden Zusatzmassen beweglich angeköpelt, die durch Resonanz die Störschwingung beseitigen, auf die sie abgestimmt sind.

Schwingungskreis, FUNKTECHNIK: eine Zusammenschaltung von Spule und Kondensator (im all-



Schwingungskreis

gemeinen eine Parallelschaltung), die zu elektromagnetischen Schwingungen angeregt wird; dient z. B. in Empfängern zur Einstellung auf den gewünschten Sender.

Schwingungsmesser, Schwingungsprüfer, ein Gerät zur Messung mechan. Schwingungen an Maschinen, Bauwerken, Brücken u. dgl.

Schwingungsüberlagerer, mathemat. Gerät zum Zusammensetzen von Schwingungsvorgängen aus Teilschwingungen. Die Teilschwingungen treten an Seilrollen auf, die z. B. von Schubkurbeln ($\rightarrow$ Gelenkgetriebe) mit einstellbarer Amplitude und Phasenlage hin- und herbewegt werden. Zur Überlagerung ist über alle Seilrollen ein gemeinsames Seil oder Stahlband geschlungen, dessen Ende die Gesamtbewegung ausführt und diese mit einem Stift auf vorbeigezogenes Papier schreibt.

Schwitzwerkstoffe sind poröse Sinterwerkstoffe, durch die Kälteflüssigkeit geperft wird. Anwendung bei Flugtriebwerken und Überschallflugzeugen.

Schwunderscheinung, Fadingeffekt, FUNKTECHNIK: eine kurzzeitige Schwächung oder Auslöschung des Empfangs durch gleichzeitiges Eintreffen zweier Wellenzüge, die verschiedene lange Wege zurückgelegt haben, z. B. $\rightarrow$ Bodenwelle und Raumwelle ($\rightarrow$ Kurzwelle) oder zweier Raumwellen. Zur Beseitigung der S . dient ein selbsttätiger Schwundausgleich (selbsttätige Lautstärkeregelung), mit dem die meisten Überlagerungsempfänger ausgerüstet sind. Dieser Ausgleich ist jedoch unwirksam gegen den beim Kurzwellenempfang häufigen selektiven Schwund (Schwund einer einzelnen Frequenz, z. B. der Trägerfrequenz).

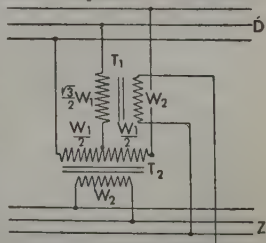
Schwungrad, ein Scheiben- oder ein Speichenrad, bei dem sich die Hauptmasse im Radkranz befindet, ist durch sein Beharrungsvermögen imstande, überschüssige Arbeit aufzunehmen und im Bedarfsfall herzugeben, also kraftausgleichend zu wirken. Dies ist bei allen Kolbenkraftmaschinen nötig, um die durch ungleichmäßige Leistungsentwicklung verursachten Geschwindigkeitsschwankungen auszugleichen. Der Überschuss zwischen erzeugter und abgenommener Leistung wird in Bewegungsenergie (kinetische Energie) des S . umgesetzt, die bei Leistungsunterschluß wieder abgegeben wird, jeweils während eines Arbeitsspieles. Auch bei Arbeitsmaschinen wird eine Arbeitsaufspeicherung notwendig, wenn für kurze Zeit große Widerstände zu überwinden sind, wie z. B. bei Walzenzugmaschinen während des Walzprozesses und bei Kurbel- und Spindelpressen beim Zieh- und Prägevorgang.

Scottschaltung, eine Transformatorschaltung zur Umformung eines Dreiphasen- in ein Zweiphasensystem und umgekehrt. ($\rightarrow$ Drehstrom, $\rightarrow$ Wechselstrom).

Se, chem. Zeichen für $\rightarrow$ Selen.

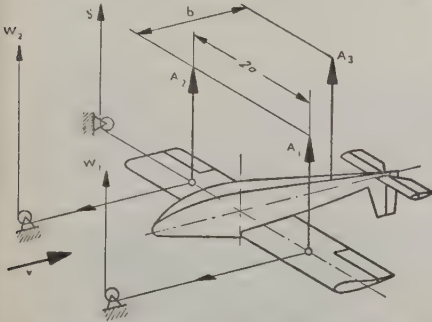
Seaborg, Glenn Theodore, amerikan. Chemiker, *1912, Prof. in Berkeley, hat wesentl. Anteil an der Herstellung der $\rightarrow$ Transurane. 1951 Nobelpreis (mit E. M. MACMILLAN).

Secam, FERNSEHEN: ein Farbfernsehensystem, bei dem zwei Farbinformationen als Modulation eines Farbhilfsträgers abwechselnd während jeder zweiten Zeile übertragen werden. Jeweils eine Farbinformation wird für die Dauer einer Zeile gespeichert.



Scottschaltung: D verkettetes Dreiphasensystem, Z unverkettetes Zweiphasensystem, T_1, T_2, T_3 zwei Einphasentransformatoren, W_1 Windungszahl von T_1 und $\frac{\sqrt{3}}{2} W_1$ Windungszahl von T_2 auf der Drehstromseite, W_2 Windungszahlen von T_1 und T_2 auf der Einphasenseite.

Sechskomponentenmessung, Meßverfahren im Windkanal zur Bestimmung der vom Flugwind auf ein Flugzeug- oder Tragflügelmodell ausgeübten Wirkung. Das Modell wird an 6 dünnen Dräh-



Sechskomponentenmessung: Aufhängung eines Modellflugzeugs

ten aufgehängt; aus den mit Hebelwaagen gemessenen Reaktionskräften $A_1, A_2, A_3, A_4, W_1, W_2, S$ ergeben sich die am Modell wirkenden Kräfte und Momente durch die Gleichungen $A_1 + A_2 + A_3 =$ Auftrieb, $W_1 + W_2 =$ Widerstand, $S =$ Seitenkraft, $(A_1 - A_2)a =$ Rollmoment, $(W_1 - W_2)a =$ Giermoment, $A_3b =$ Längsmoment. Werden nur Auftrieb,

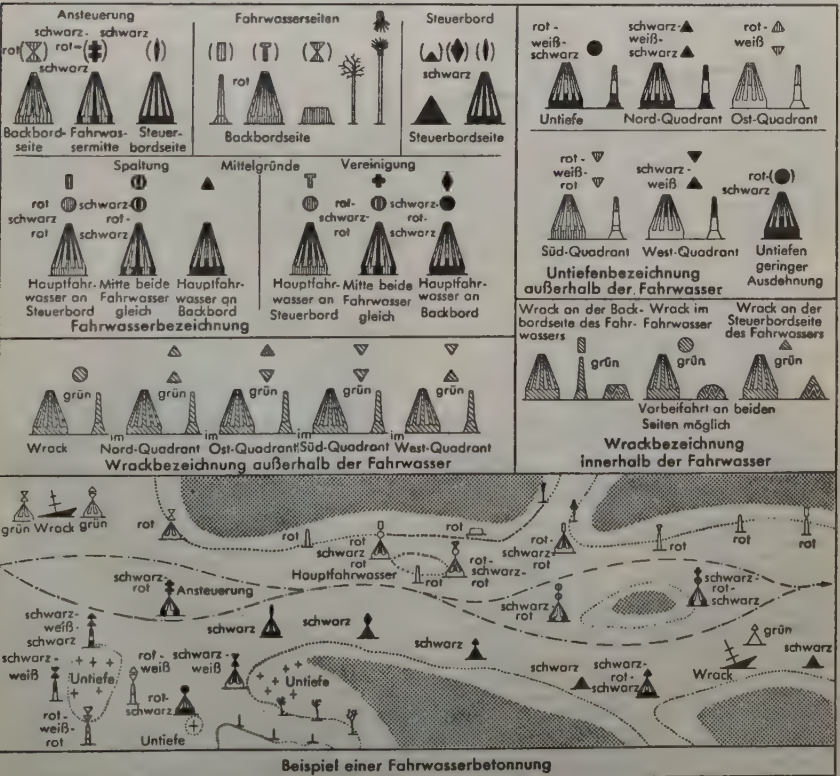
Widerstand und Längsmoment gesucht, so genügt eine Dreikomponentenmessung.

Sedimentgesteine, *Sedimentite, Schichtgesteine,* → Gesteine.

Seebeben, → Erdbeben.

Seehöhe, die Höhe eines Punktes über dem Meeresspiegel (→ Normal-Null).

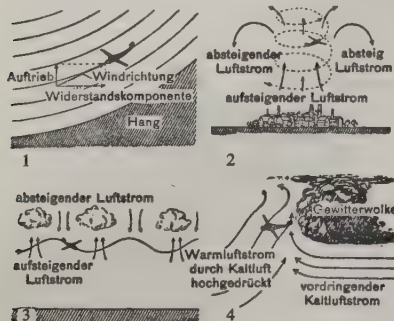
Seezeichen, für die Schifffahrt in Küstengewässern und Fahrwassern ausgebrachte Markierungen, teils landfest: Leuchttürme, Baken, Dalben, Stangen, Pricken, teils schwimmend: Feuerschiffe, Baken-, Leucht-, Heul-, Glocken-, Spieren-, Kugel-, Faß-, spitze und stumpfe Tonnen. Zur Unterscheidung ähnlicher S. und als bes. Hinweise werden Toppzeichen und Aufschriften, bei Leuchtfeuern verschiedene Kennungen angewandt. Länger gleichbleibende Kurse werden durch Leitfeuer (mit einem Leitsektor und beidseitigen Warnsektoren) oder durch Richtbaken festgelegt, starke Kursänderungen durch Quermarkenfeuer angegeben. Wichtige S. erhalten zur besseren Kennzeichnung Radarreflektoren. Die Ansteuerung des Fahrwassers wird für das von See kommende Schiff bezeichnet in der Mitte durch eine senkrechte schwarz-rotgestreifte Bakentonne, an der Steuerbordseite durch eine schwarze, an Backbord durch eine rote Bakentonne. Die Seiten des Fahrwassers werden an Steuerbord durch schwarze, an Backbord durch rote Spitztonnen bezeichnet. Als feste S. werden benutzt: an Steuerbord schwarze Baken oder Dalben, Stangen ohne Anstrich oder Stangen ohne Anstrich mit Besen abwärts, Befuerung weißes Blitz-, Blink- oder unterbrochenes Feuer mit ungerader Takt Kennung (→ Kennung); an Backbord rote Baken oder Dalben,



Segelflug – Segelschiff

beide mit Spieren, oder Pricken oder Stangen ohne Anstrich mit Besen aufwärts, Befuerung weißes (oder rotes) Blitz-, Blink- oder unterbrochenes Feuer mit gerader Taktkenntnis.

Segelflug, eine Form des motorlosen Fliegens, wobei aufsteigende Luftbewegungen zur Höhengewinnung ausgenutzt werden: *Hang-S.* im Aufwind an vom Wind angeblasenen Berghängen; *Thermik-S.* in vertikalen Luftströmungen, die sich bei verschieden starker Erwärmung des Erdbodens bilden; *Gewitter- und Fronten-S.* in den thermischen Konvektionsströmen vor Gewitterfronten; *Wellen-S.* in den Aufwinden in größeren Höhen auf der Leeseite langgestreckter Gebirgskzüge, wenn diese bei bestimmten Wetterlagen von der Luft quer

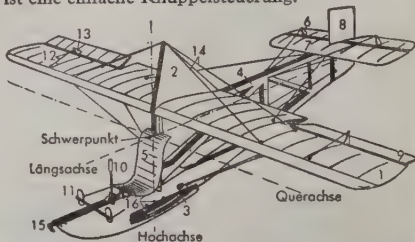


Segelflug: 1 bei Hangaufwind, 2 bei thermischem Aufwind, 3 bei Wolkenaufwind, 4 bei Frontaufwind.

überströmt werden. Damit ein Segelflugzeug zum Fliegen kommt, muß es eine bestimmte Anfangshöhe haben, oder – beim Start von einem Berghang – eine Anfangsgeschwindigkeit. Dies wird erreicht durch: Windschleppstart, bei dem das Flugzeug von einer feststehenden Winde aus mit einem 1000–2000 m langen Stahldrahtseil drachenähnlich unter Motorkraft emporgezogen wird, mit Hilfe eines Motorflugzeugs und durch Auto-schleppstart.

Mit dem Fortschritt der aerodynam. Kenntnisse

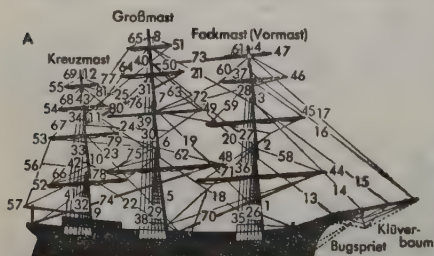
wurden die Segelflugzeuge den besonderen sportl. oder wissenschaftl. Zielen immer besser angepaßt. So unterscheidet man *Gleitflugzeuge* (z. B. *Schulgleiter*) mit robustem, einfachem Bau und bes. sicheren Flugeigenschaften zur Schulung von Anfängern; Übungsflugzeuge (z. B. *Grumau-Baby*), die den eigentlichen S. ermöglichen; *Hochleistungs-Segelflugzeuge*, mit denen geringste Sinkgeschwindigkeit und größte Gleitzahl (→ Gleitflug) angestrebt werden. Die Sinkgeschwindigkeiten guter Segelflugzeuge liegen zwischen 0,50 und 0,75 m/s, die von Segelvögeln zwischen 0,25 und 2 m/s. – Der stoffbespannte Stahlrohrumpf mit hölzernen (bespannten) Tragflächen ist in Dtl. beliebter als die Metallbauweise. Die Steuerung der Segelflugzeuge ist eine einfache Knüppelsteuerung.



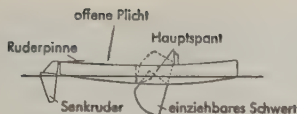
Segelflug: Schema eines Schulgleiters. 1 Tragfläche, 2 Spanntruss, 3 Kufe, 4 Gitterrumpf, 5 Führersitz, 6 Höhenruder, 7 Höhenflosse, 8 Seitenruder, 9 Querruder, 10 Handsteuer mit Steuerknüppel, 11 Fußsteuer mit Fußhebel, 12 Steuerseile, 13 Ruderhebel, 14 Verspannungseile, 15 Starthaken, 16 Gummipuffer.

Zur Ausrüstung gehören: der Fahrtmesser (Geschwindigkeitsmesser; eigentlich ein Staudruckmesser), aus dem die zulässige Mindest- und Höchstgeschwindigkeit abgelesen werden können; der Höhenmesser; das Variometer, das wichtigste Instrument für den Leistungsflug, zeigt die Steig- und Sinkgeschwindigkeit des Flugzeugs an. Für Streckenflüge, vor allem Zielflüge, ist ein Kompaß nötig, für den Flug in Wolken (Blindflug) ein Wendezieger.

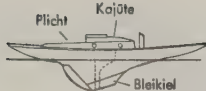
Segelschiff, ein durch die Windkraft fortbewegtes besegeltes Schiff. Die *Segel* können entsprechend



Segelschiff: Takelriß und Segelriß eines Vollschiffes: A Takelriß. 1 Untermast des Fockmastes, 2 Vor-Marsstenge, 3 Vor-Bramstenge, 4 Vor-Topp, 5 Untermast des Großmastes, 6 Groß-Marsstenge, 7 Groß-Bramstenge, 8 Groß-Topp, 9 Untermast des Kreuzmastes, 10 Kreuz-Marsstenge, 11 Kreuz-Bramstenge, 12 Kreuz-Topp, 13 Fockstag, 14 Vor-Stengestag, 15 Klüverleiter, 16 Vor-Bramstag, 17 Vor-Oberbramstag, 18 Groß-Stag, 19 Groß-Stengestag, 20 Groß-Bramstag, 21 Groß-Oberbramstag, 22 Kreuz-Stag, 23 Kreuz-Stengestag, 24 Kreuz-Bramstag, 25 Kreuz-Oberbramstag, 26 Fockwanten, 27 Vor-Stengewanten, 28 Vor-Bramwanten, 29 Großwanten, 30 Groß-Stengewanten, 31 Groß-Bramwanten, 32 Kreuzwanten, 33 Kreuz-Stengewanten, 34 Kreuz-Bramwanten, 35 Vor-Stengepardunen, 36 Vor-Brampardune, 37 Vor-Oberbrampardune, 38 Groß-Stengepardunen, 39 Groß-Brampardune, 40 Groß-Oberbrampardune, 41 Kreuz-Stengepardunen, 42 Kreuz-Brampardune, 43 Kreuz-Oberbrampardune, 44 Fockrahe, 45 Vor-Marsrahe, 46 Vor-Bramrahe, 47 Vor-Oberbramrahe, 48 Groß-Rahe, 49 Groß-Marsrahe, 50 Groß-Bramrahe, 51 Groß-Oberbramrahe, 52 Kreuzrahe, 53 Kreuz-Marsrahe, 54 Kreuz-Bramrahe, 55 Kreuz-Oberbramrahe (Kreuz-Royalrahe), 56 Besangaffel, 57 Besanbaum, 58–69 Toppananten, 70–81 Brassen. B Segelriß. 1 Außenklüver, 2 Klüver, 3 Vor-Stengestagsegel, 4 Focksegel, 5 Vor-Marssegel, 6 Vor-Bramsegel, 7 Vor-Oberbramsegel, 8 Groß-Stengestagsegel, 9 Groß-Bramstagssegel, 10 Groß-Oberbramstagssegel, 11 Großsegel, 12 Groß-Marssegel, 13 Groß-Bramsegel, 14 Groß-Oberbramsegel, 15 Kreuz-Stengestagsegel, 16 Kreuz-Bramstagssegel, 17 Bagniensegel, 18 Kreuz-Marssegel, 19 Kreuz-Bramsegel, 20 Kreuz-Oberbramsegel (Kreuzsegel), 21 Besan.



Rennsegeljolle

Kielrennjacht
Segelschiff

Seekreuzer mit Hilfsmotor

der Windstärke verkleinert oder vergrößert werden. *Gaffelsegel* stehen in der Längsrichtung des Schiffs; sie sind trapezförmig und mit ihrer oberen Kante an einer schräg nach oben weisenden Stange, der Gaffel, befestigt. *Rahsegel* stehen quer zum Schiff; sie haben die Form eines Trapezes und sind oben an einem waagerechten Rundholz, der Rah, befestigt. Außerdem gibt es noch die dreieckigen *Stagsegel*, die zwischen den Masten an den schräg verlaufenden Stagen befestigt sind.

Die Segel eines vollgetakelten Mastes sind von unten: Untersegel (Focksegel, Großsegel usw.), Unter-, Obermarssegel, Unter-, Oberbramsegel, Reuel und – bei sehr großen S. – Skysegel. S. mit vollgetakelten Masten heißen *Vollschiff*, früher auch 'Fregattschiff' oder nur 'Schiff'. Zu den Rahschiffen zählen (Fünf-, Vier-, Dreimast-) *Vollschiffe*, *Briggen* (Zweimastvollschiffe) und *Barken* (hinterster Mast – Besanmast – ein Schunermast). *Schoner* haben nur Schratsegel.

Segeltuch, sehr dichtes, festes, wasserabweisendes Gewebe aus Baumwolle, Flachs oder Hanf in Leinwandbindung. *Ravenstuch* ist ein schweres, *Schierstuch* ein leichtes S. *Persewing* dient für Bootsverdecke, Wagenplanen und Zelte.

Segerkegel, Abk. SK, etwa 6 cm hohe keramische Schmelzkörper in Form dreieckiger schlanker Pyramiden (nach dem Keramiker H. SEGER). Die verschiedenen Schmelzpunkte der S. (abgestuft von 600° bis 2000°C – DIN 51063) dienen zur Bestimmung der Garbrandtemperatur beim Brennen keramischer Erzeugnisse.

Segment, 1) von einem Kurvenbogen und einer Geraden begrenztes Flächenstück (z. B. Kreis-S.). 2) von einer gekrümmten Fläche und einer Ebene begrenzter Körper (z. B. Kugel-S.).

sehen, die Aufnahme von Lichtwellen durch das Auge und die Auswertung der in ihnen enthaltenen Information durch das Gehirn. In der Netzhaut erfolgt die photochem. Zersetzung lichtempfindlicher Stoffe: des Sehpurpurs im Bereich der dem Dämmerungssehen dienenden *Sehstäbchen* und der (vorerst nur aus Reptilienaugen extrahierten) Farbstoffe der *Sehzapfen*, die den Farbsinn vermitteln. Der *Sehpurpur* (Rhodopsin) wird über Zwischenstufen zum *Sehgelb* ausgebleicht und in einer Folgereaktion wieder zu Sehpurpur regeneriert. Das Sehgelb enthält ein Derivat des Vitamin A. Sein Fehlen in der Nahrung kann u. a. zur Nachtblindheit führen. Die *Sehschwelle* des Dämmerungs-S. liegt bei $5,6 \cdot 10^{-17}$ Watt; bereits 1–2 Lichtquanten des wirksamen Wellenbereichs können eine Sehempfindung hervorrufen. Der *Sehbereich* des menschl. Auges umfaßt die Frequenzen von etwa 400 bis $800 \cdot 10^{12}$ Hz.

Sehne, GEOMETRIE: die Verbindungsstrecke zweier Punkte einer Kurve oder Fläche.

Sehrohr, das → Periskop.

Seide, der von den Raupen versch. Seidenspinner erzeugte feine Faden. Die *edle* (reale) S. stammt vom künstlich aufgezogenen Maulbeerspinner (*Bombyx mori*), die *wilde* von den wild lebenden Eichen-spinnern Asiens (*Tussah*, *Yamamay*, *Ailanthus*). Zur Gewinnung der S. werden die von den Raupen bei der Verpuppung gebildeten Kokons in Wasser von 70–100°C eingeweicht und durch Bürsten von der lockeren Außenschicht, der *Flock-S.*, befreit. Hierauf werden 3–8 Kokons gleichzeitig abgehaspelt und die Fäden zu einem Strang aufgewickelt. Der nur durch den Seidenleim zusammengehaltene Rohseidenfaden heißt *Grège*. Bei der Seidenzwirnerlei lose zusammengegedreht, als *Kett-S.* (*Organzin*) mehrere

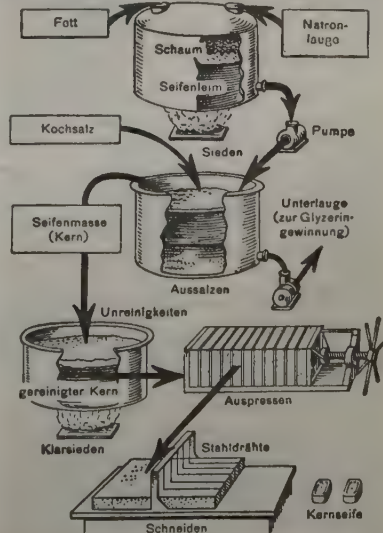
Grègefäden in Z-Draht vorgedreht (filiiert) und in S-Draht zusammengezwirnt (mouliniert). *Kreppgarne* erhalten 2000–3500 Drehungen/m. – Die Abfälle (Flock-S., Restkokons, fehlerhafte, beschädigte und doppelte Kokons) werden zu *Schappe*- oder *Florettgarne* versponnen und u. a. zu Nähgarnen weiterverarbeitet. Die kurzen Kämmlinge der Schappespinnerei (Stumba, S.-Werg) ergeben die *Bourettegarne*. Die S. besteht aus 75–80 % Fibroin und 20–25 % Serizin. Ihr schöner Glanz tritt erst nach dem Entbasten (Degummieren) durch Abkochen mit heißer Seifenlösung hervor. Vollständig entbastete S. heißt *Cuite-S.*, teilentbastete *Souple-S.* S. besitzt die höchste Festigkeit unter den Naturfasern, ist sehr feinfädig, hochelastisch und ein schlechter Elektrizitäts- und Wärmeleiter.

LINDE u. OSSIPOW: Die S. (1954).

Seidenpapier, ein dünnes, leichtes Papier (unter 20 g/m²) aus gebleichtem Sulfatzellstoff. *Pack-S.* wird aus Abfallzellstoffen und Altpapier gearbeitet, *chinesisches* und *japanisches S.* besteht aus Bastfasern, feines *Zigarettenpapier* aus Lumpen oder gebleichtem und sauer nachbehandeltem Sulfatzellstoff.

Seife, 1) der verbreitetste Waschrohstoff, in chem. Hinsicht Alkalisalze höherer Fettsäuren mit mindestens 8 Kohlenstoffatomen. Die Waschwirkung beruht auf verbesserter Netzung, verstärkter elektrostatischer Abstoßung zwischen Schmutz und Waschgut und erhöhtem Emulgier- und Suspensionsvermögen. Bei Berührung mit Wasser zersetzt sich S. in saures fettsaures Salz und freies Alkali; dieses löst die fettigen Verunreinigungen auf der Haut.

Ausgangsstoffe zur Gewinnung von S. sind tier. und pflanzl. Fette und Öle (Kokos-, Palmkernöl, Talg, Olivenöl, Lein- und Sojaöl). Die Fettsäuren oder deren Glycerinester, die Fette, werden mit Alkalien zu einer gleichmäßig klaren Lösung, dem Seifenleim, umgesetzt (*Verseifung*). Die Erdalkalien Kalzium und Magnesium ergeben unlösliche S. Die



Seife: Herstellung von Kernseife (schematisch)

Größtechnik der Herstellung von S. geht von Fettsäuren aus, die durch Fettsäureoxydation gewonnen werden. Durch Auflösen von Kochsalz im Seifenleim scheidet man die S. als festen Seifenkern über der Unterlage ab, die bei Verarbeitung von Fetten das durch die Verseifung freigesetzte Glycerin und den größten Teil der Verunreinigungen enthält. Bes. reine S. werden durch wiederholtes „Kochen“ erzeugt. Natronseifen sind meist fest, Kaliseifen meist weich (Schmierseife). Als Alkalien können Karbonate und Hydroxide benutzt werden. Handelsübl. Kernseife enthält 60 % Fettsäure, gute Schuppen- und Nadelseife 80–90 %. Etwa 10 % des Fettsäuregehaltes kommt in Gestalt des Alkalienteiles hinzu, der Rest ist meist Wasser. Bei hochwertigen Toiletteseifen werden kleine Mengen Parfüm zugesetzt.

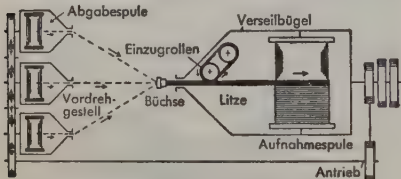
2) Edelstein-Seifen, gröbere Sande oder Gerölle, in denen Edelsteine und andere widerstandsfähige Mineralien angereichert sind.

seiger, saiger, BERGBAU: senkrecht.

seigern, saigern, das Entmischen mehrstoffiger Metalllegierungen auf Grund der begrenzten Löslichkeit der Stoffe. Beim Erhitzen kann durch teilweise Verflüssigung ein Teil abtropfen oder abfließen, während ein fester Anteil zurückbleibt; bei der Abkühlung von Schmelzen können dann sich ausscheidende Kristallite abgeschöpft oder der noch flüssige Teil abgezogen werden. Das Verfahren dient zur Raffination in der Nichteisenmetallurgie, bes. von Blei und Leichtmetallen. – Bei der Erstarung von Legierungen können feine Entmischungen in Kristalliten oder in engeren Zonen und gröbere im Gußblock auftreten, die durch Wärmebehandlung und zusätzl. Verformung ganz oder teilweise ausgeglichen werden können.

Seignettesalz, → Weinsäure.

Seil, Faser- oder Drahtzeugnis, gewonnen durch Zusammendrehen (Zwirnen) und Versielen oder durch Verflechten. **Faser-S.** bestehen aus Hanf, Hartfasern (Manila, Sisal u. dgl.), Baumwolle oder Chemiefasern; **Chemiefaser-S.** sind besonders reißfest und elastisch. **Flach-S. (Band-S.)** entstehen



Seilerei: Litzten- und Seilschlagmaschine

durch Zusammennähen mehrerer nebeneinandergelegter Rund- oder Quadratische, dünne S. heißen **Schmüre** oder **Leinen**, dicke S. **Taue**.

In der **Seilerei** wird auf der **Seiler- oder Reepbahn** durch Zusammendrehen (Litzenschlagen) mehrerer Fäden die **Litze** (Duchte) gebildet; 3 oder 4 Litzen werden zum Seil gedreht (Seilschlagen). 3 oder 4 Seile können als „Kardecen“ im Kabelschlag vereinigt werden. Aus 8 Litzen entsteht ein **Quadrat-S.**

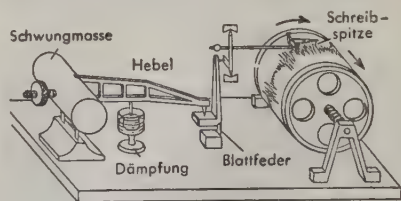
Seilbahn, eine → Bergbahn.

Seilpost, Fördervorrichtung für Schriftstücke. Ein durch Elektromotor in Umlauf gesetztes endloses Seil, das über Rollen geführt ist, trägt kleine Greifer. Diese nehmen den Gegenstand selbstständig auf und bringen ihn zur einstellbaren Empfangsstelle.

Seiltrieb, Seiltriebe, → Zugmitteltriebe.

Seismograph, Seismometer, Gerät zur fortlaufenden Aufzeichnung von Erdbebenwellen (**Seismogramme**): eine träge Masse (wenige g bis zu 20 t) ist so leicht beweglich aufgehängt, daß sie gegenüber der Bodenbewegung annähernd in Ruhe bleibt; ihre relative Verschiebung zum Erdboden wird durch Hebelsysteme, optisch oder elektromagnetisch stark vergrößert aufgezeichnet.

Zur vollständigen Erfassung der Bodenbewegung ist die Registrierung in 3 Komponenten, meist in NS-, OW-Richtung und in der Vertikalen notwendig. Als **Horizontal-S.** können einfache Vertikalpendel oder umgekehrte Pendel dienen; auch Hori-



Seismograph: Horizontalseismograph von Ishimoto

zontalpendel, die wie eine schief eingehängte Tür schwingen, oder Torsionspendel, deren Masse einen vertikal gespannten Draht tordiert. Als **Vertikal-S.** werden federnd aufgehängte Massen benutzt.

K. JUNG: Kleine Erdbebenkunde (1953).

Seismologie, Seismik, die Erdbebenkunde; **seismische Wellen,** Erdbebenwellen; **Seismizität,** Erdbebenbichtigkeit; **Seismometer,** → Seismograph; **Seismophon,** das → Geophon.

Sekante, eine Gerade, die eine Kurve oder Fläche in mindestens zwei Punkten schneidet.

Sekusion, METEOROLOGIE: ein von seinem Ursprung durch kältere Luft abgeschnürtes Warmluftgebiet; tritt hauptsächlich in neu entstehenden warmen Hochdruckgebieten auf.

Sekretin, ein basisches Polypeptid (→ Peptide), das durch die Schleimhaut des Zwölffingerdarms erzeugt wird und die Sekretabsonderung aus der Bauchspeicheldrüse anregt.

Sekt, → Schaumwein.

Sektionsbauweise, ein modernes Schiffbauverfahren, bei dem die einzelnen Bauteile bereits in der Werkstatt oder auf besonderen Zusammenbauflächen zu **Sektionen**, d. h. Schiffsteilen, zusammengebaut und dann auf die → Helling gebracht werden, wo man sie zum Schiff zusammenfügt.

Sektor, 1) eine von einem Winkel und einem Kurvenbogen begrenzte Fläche. 2) Raumteil, der von einem Kegelmantel und einer krummen Fläche begrenzt ist, z. B. Kugelausschnitt.

Sekundärwicklung, die Wicklung eines → Transformators, an die das Verbrauchernetz angeschlossen ist.

Sekunde, 1) ZEITRECHNUNG: Abk. s oder ^s, der 60. Teil einer Minute, genauer der 86400ste Teil des mittleren Sonnentages.

2) **GEOMETRIE:** der 60. Teil einer Minute, genauer Altminute (**Altsekunde**; Zeichen: ^{''}), oder der 100. Teil einer Neumminute (**Neusekunde**; Zeichen: ^{'''}).

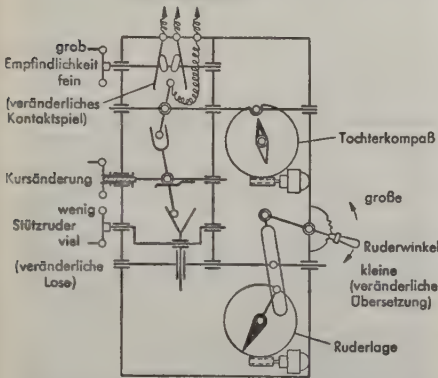
Selbstenergie, die Energie des durch die Ladung des Elektrons bedingten elektr. Feldes, in dem nach der → Maxwell'schen Theorie eine Energiemenge in bestimmter räuml. Verteilung enthalten ist. Stellt man sich den Radius des Elektrons in passender Größe vor, ungefähr gleich der → Elementarlänge (etwa 10⁻¹³ cm), so ist in dem das Elektron umgebenden Felde gerade eine Energie $E = mc^2$ enthalten, die nach der Relativitätstheorie der Elektronenmasse m äquivalent ist (c = Lichtgeschwindigkeit).

Selbstentzündung, die Entzündung eines Stoffes ohne merkliche äußere Einwirkung, z. B. Siliziumwasserstoffe, flüssiger Phosphorwasserstoff, auch manche Stein- und Braunkohlensorten. Bei feuchter Einlagerung von Heu, Stroh u. a. kann durch die Atmungstätigkeit von Schimmelpilzen und Bakterien eine starke **Selbsterhitzung** eintreten. Durch weitere chem. Zersetzungs Vorgänge entstehen selbstentzündl. (**autooxydable**) Substanzen, die im starken Luftstrom aufzukommen können.

Selbstinduktion, S.-Koeffizient, → Induktion.

Selbststeuerung, 1) durch einen Kreiselkompaß (→ Kompaß) gesteuerte Einrichtung zum automat. Innehalten des Kurses an Stelle eines Rudergängers.

zur Rudermaschine



Selbststeuerung: Selbststeueranlage. Beim Drehen des 'Tochterkompasses' infolge Abweichens des Schiffes vom eingestellten Kurs schließt einer der Kontakte einen Stromkreis, wodurch das Legen des Ruders durch die Rudermaschine veranlaßt wird. Hierdurch wird aber auch das Rad, 'Ruderlage' gedreht, so daß bei Erreichen des mehr oder weniger groß eingestellten 'Ruderwinkels' der Kontakt abreißt. Beim Zurückdrehen des Schiffes (und des Tochterkompasses) geht das Ruder wieder 'mitschiffs' und zum Aufheben der Drehung des Schiffes noch etwas darüber hinaus als 'Stützruder', dessen Maß bei der 'veränderlichen Lose' einstellbar ist.

2) FLUGZEUG: → Fernlenkung.

3) → Programmsteuerung.

Selektion, Trennwirkung, FUNKTECHNIK: das Verhältnis der Resonanzspannung eines auf einen Sender abgestimmten Schwingungskreises zur der Spannung eines gleich stark empfangenen Nachbar senders; zugleich das Verhältnis des Resonanzwiderstandes zu dem Betrag des Scheinwiderstandes des Schwingungskreises für die Nachbarfrequenz.

Selektivfilter, eine Filterscheibe vor dem Fernseh-Bildschirm mit unterschiedl. Durchlässigkeit für verschiedene Spektralbereiche. Infolge geringer Durchlässigkeit für das gelbe Raumlicht werden dessen Spiegelungen auf dem Bildschirm geschwächt, das vom Bildschirm ausgehende blaue-grüne Licht wird jedoch kaum beeinträchtigt.

Selektivität, → Trennschärfe.

Selen, Se, chemisches Element, Nichtmetall mit einer metallähnli. Modifikation; Ordnungszahl 34, Massenzahlen 78, 76, 82, 77, 74, Atomgewicht 78,96; Schmelzpunkt 220° C, Siedepunkt 688° C, Dichte 4,8 g/cm³ (graue Modifikation). S. findet sich häufig in Form von Seleniden, in chemischer Bindung an Metalle, als Beimengung von Schwefel-Mineralien (Sulfiden). Bei der Aufarbeitung (Röstung) dieser Sulfide bildet sich neben Schwefeldioxid auch S.-Dioxid, SeO₂, das im Gegensatz zum gasförmigen Schwefeldioxid fest ist und sich deshalb bei der Schwefelsäuredarstellung am Boden der Verarbeitungskammern absetzt. Bei Anwesenheit von Wasser bildet sich selenige Säure (H₂SeO₃), aus der durch Einwirken von schwefliger Säure (rotes) elementares S. gewonnen wird. Rotes S. besteht aus monoklinen Kristallen und ist ein Isolator. Bei längerem Erhitzen über 100° C geht es in das metallähnliche, kristalline graue S. über. Dieses ist ein Halbleiter. Es wird deswegen zum Bau von Gleichrichtern verwendet. Da die elektr. Leitfähigkeit bei Lichteinfall stark zunimmt, dient es weiter zur Konstruktion von lichtempfindl. Zellen (Selenzellen, → Photozelle). S. in kolloidaler Form dient zum Rotfärben von Gläsern. - Einige

S.-Verbindungen werden bei der Glas- und Keramikherstellung, als Oxydations-, Färbungsmittel, als Katalysatoren u. a. verwendet.

Selfaktor, Wagenspinner, eine Feinspinnmaschine, → Spinnerie.

seltene Erden, → Erden.

Semiduktorantrieb, ein aus dem Drehstromnetz über gesteuerte Siliziumgleichrichter gespeister, in der Drehzahl geregelter Gleichstromantrieb. S. werden im Leistungsbereich von etwa zwei kW bis zu einigen hundert kW ausgeführt; sie sind weitgehend trägheitsfrei, besitzen kleine Abmessungen und hohen Wirkungsgrad.

semikubische Parabel, → Neilsche Parabel.

semipermeabel, halbdurchlässig; *semipermeable* Wände, → Osmose.

Sender, Einrichtung zur Aussendung von Schallwellen (→ Unterwasserschallanlagen), elektromagnetischen Wellen (→ Rundfunktechnik) oder Lichtwellen, zur Nachrichtenübermittlung oder Richtungsbestimmung.

Senföle, Ester der Isothiozansäure, HNCSS, mit dem Geruch und Geschmack des Senfsamens.

Senkblei, das → Lot.

senken, FERTIGUNGSTECHNIK: Verfahren der spanenden Formung, bei dem ein umlaufendes Formwerkzeug, der Senker, mit einer oder mehreren Schneiden (mit vielen Schneiden *Krauskopf*) eine ebene oder kegelförmige Rotationsfläche erzeugt.

Spiralsenker dienen auch zum Aufbohren vorgebohrter oder vorgegossener Löcher. Der Zapfen senker hat einen Zapfen zur Führung im Loch.

Senkwaage, → Aräometer.

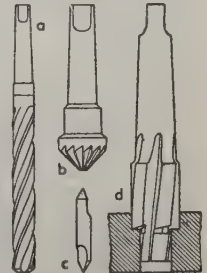
Sense, Handwerkzeug zum Mähen, bei dem ein armlanges Stahlmesser (Blatt) an einem fast manns hohen Stiel (Baum, Worb, Wurf) mit Handhaben befestigt ist. Die Getreide-S. trägt noch den rechenartigen Korb (Gestell, Reff, Rechen) zum Raffens des Gemähens. Armlangen Stiel hat die *Hausichte* (Sichet).

sensibilisieren, PHOTOGRAPHIE: mit bestimmten Chemikalien (*Sensibilisatoren*) photograph. Schichten empfindlich machen. Die Sensibilisatoren absorbieren die Energie des auffallenden Lichtes und übertragen sie auf das Bromsilber der photograph. Schichten. *Chem. Sensibilisatoren* bilden an der Oberfläche der Halogensilberkristalle Empfindlichkeitszentren (z. B. Schwefelverbindungen, Gold in feinst verteilter Verteilung), die wie 'Kondensationskeime' beim Aufbau des latenten Bildes wirken und dadurch die Lichtempfindlichkeit der Emulsion erhöhen. *Opt. Sensibilisatoren* sind organ. Farbstoffe aus der Gruppe der Phthaline und Zyanine (Polymethinzyanine, Merozyanine). Sie bestimmen die Farbenempfindlichkeit. Meist benutzt man mehrere Sensibilisatoren zugleich, um eine Farbenempfindlichkeit über das ganze Spektrum zu erreichen (*orthopanchromat. Material*).

Eine *Hypersensibilisierung* kann bei Ultrarot-Material erzielt werden durch Baden der Platten in destilliertem Wasser oder verdünntem Ammoniak.

Sequenz, die Reihenfolge der Aminosäuren in Polypeptiden und Eiweißen, ermittelt durch S.-Analyse.

Serie, SPEKTROSKOPIE: eine regelmäßige Folge von → Spektrallinien im Spektrum von Atomen, für die eine S.-Formel aufgestellt werden kann. Der Abstand benachbarter Linien in einer S. wird nach dem Ultraviolett hin immer kleiner. Die Linien häufen sich an der *Liniengrenze*, jenseits deren das *Grenzkontinuum* folgt. Für die Frequenzen ν der



senken: a dreilappiger Spiralsenker, b Spitzsenker, c Spitzsenker mit Kegel, d Zapfensenker beim Aus-senken (Werkstück schraffiert).

Linien des Wasserstoffatomspektrums lautet die S.-Formel (J. R. RYDBERG 1890): $\nu = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$.

m und n sind ganze Zahlen 1, 2, 3 ... mit $m < n$; $R = 3,29 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$ ist die Rydbbergfrequenz. Mit festem m und verschiedenen Werten für n erhält man die Frequenzen der zu einer S. gehörenden Linien. Die zuerst bekannt gewordenen S. des Wasserstoffatomspektrums sind: Lyman-S. ($m = 1, n = 2, 3, 4, \dots$), Balmer-S. ($m = 2, n = 3, 4, 5, \dots$), Paschen-S. ($m = 3, n = 4, 5, 6, \dots$), Brackett-S. ($m = 4, n = 5, 6, 7, \dots$), Pfund-S. ($m = 5, n = 6, 7, 8, \dots$). – Auch bei anderen, komplizierter gebauten Atomen, bes. den Alkalimetallen, sind S.-Beziehungen zwischen bestimmten Linien gefunden worden, die der Wasserstoffformel sehr ähnlich sind.

Die physikal. Deutung der S. liefert die Quantentheorie, $\rightarrow$ Atomphysik.

A. SOMMERFELD: Atombau und Spektrallinien, 1 (1960).

Serizit, feinschuppiger heller Glimmer.

Serotonin, 5-Oxytryptamin; natürlicher Wirkstoff des Kreislaufs, der eine Verengung der Blutkapillaren bewirkt; möglicherweise bei der nervösen Reizübertragung beteiligt. S. wirkt bei vorheriger Gabe schützend gegen ionisierende Strahlungen.

Serpentin, monoklines Mineral $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$, das sich durch hydrothermale Zersetzung von Olivin, Augit und anderen Magnesiumsilikaten bildet. Der Blätter-S. ($\rightarrow$ Chlorite) ist grün, meist dicht; der Faser-S. oder S.-Asbest besteht aus dünnsten Blättchen, die zu feinen, meist auf Gesteinsklüften senkrecht stehenden parallelen Röhren zusammengerollt sind; er liefert feineren $\rightarrow$ Asbest.

Servomotor, der $\rightarrow$ Stellmotor.

Sesquiterpene, organ. Verbindungen der Zusammensetzung $C_{15}H_{24}$, die sich in den höher siedenden Anteilen der ätherischen Öle finden. Nach Entfernen der Terpene und S. aus den äther. Ölen erhält man die tsf.-Öle (terpen- und s.-freie Öle), die leichtlöslich und viel ausgiebiger als die normalen Öle sind und Bedeutung haben für schwachalkohol. Haarwässer, Kölnisch Wasser usw.

Setzeisen, **Senkeisen**, **Senkstift**, ein Stahlstift, der auf den Kopf eines eingeschlagenen Nagels gesetzt wird, um den Nagel ins Holz zu versenken.

Setzerei, **Schriftsetzerei**, das Zusammenfügen von Lettern nach einer Satzvorlage (Manuskript) zu einer Druckform, $\rightarrow$ Buchdruck.

Setzkopf, der Kopf eines $\rightarrow$ Nietes.

Setzmaschine, 1) DRUCKTECHNIK: eine Maschine zur Herstellung des Schriftsatzes. Die Zeilen-S. (Linotype) liefert fertige gesetzte Zeilen. In einem Magazin liegen die Gußformen (Matrizen), schmale Messingplättchen, die auf der Schmalseite die vertiefte Form des Buchstaben tragen. Durch Anschlag einer Taste wird die gewünschte Matrize ausgelöst und von einem umlaufenden Sammelriemen zum Sammler geleitet. Die gesetzte Zeile gelangt automatisch vor die Gießform und wird abgegossen. Nach dem Guß wird die fertige Zeile selbsttätig ausgestoßen und dabei beschnitten, die Matrizen werden durch einen kleinen Aufzug in das Magazin zurückbefördert. Die Einzelbuchstaben-S. (Monotype) liefert Einzellettern; Setzen und Gießen sind zwei getrennte Arbeitsgänge. Auf dem Taster werden auf einem vorbeilaufenden Papierstreifen Lochkombinationen hergestellt, die jeweils den einzelnen Typen entsprechen. Der gelochte Papierstreifen wird dann in die Gießmaschine eingesetzt, wo nach Maßgabe der eingestanzten Löcher die Buchstaben gegossen und wie beim Handsatz zu einzelnen Zeilen, jedoch automatisch, aneinandergereiht werden. Die Zeilengießmaschine liefert je nach der Schriftgröße 5000–7000 Buchstaben stündlich, die Einzelbuchstaben-S. über 8000 Buchstaben.

Die Licht- oder Photo-S. stellt den Satz photo-mechanisch her (Phototypie). Sie arbeitet entweder wie die Zeilengießmaschine oder die Einzelbuchstaben-S.; dabei ist der Gießkessel durch eine Projektionseinrichtung und Filmkassette ersetzt, in die

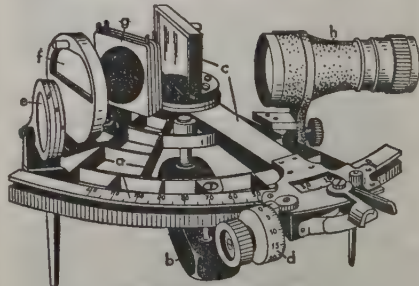
Matrizen ist der Buchstabe als Filmnegativ eingebettet; er wird auf ein Filmband projiziert, das außerhalb der Maschine entwickelt wird. Bei anderen Licht-S. wird das Satzbild durch Aneinanderreihen von Buchstabenkörpern von Hand hergestellt und auf einen Film projiziert, oder sie arbeiten mit elektron. Einrichtungen, die mit sehr großer Geschwindigkeit den auf einer Schreibmaschinen-ähnlich. Tastatur geschriebenen Text auf das Filmmaterial übertragen.

Bei Schreib-S. entsteht durch Anschlag einer Schreibmaschinenähnlichen Tastatur das Schriftbild oder ein Lochstreifen, der das automatische Schreiben des endgültigen Klartextes steuert.

2) AUFBEREITUNG: Maschine zum Trennen verwertbarer Mineralkörner von tauben Gesteinskörnern; besteht aus einem Gefäß mit Siebboden, in dem ein Kolben einen pulsierenden Wasserstrom erzeugt, der das leichte Gut länger in Schwebe hält als das schwere; letzteres sinkt auf oder durch das Sieb, das leichtere lagert sich darüber oder wird mit dem Wasserstrom ausgetragen. Gleiche Wirkung wird durch pulsierenden Luftstrom im Wasser, oder trocken nur durch gesteuerten Luftstrom erzielt.

Setzwaage, die Wasserwaage.

Sextant, NAVIGATION: ein freihändig benutztes Gerät (Handgriff b, BILD) zum Messen von Winkeln zwischen zwei Visierlinien. Im Beobachtungsfernrohr h werden in Meßstellung durch den unbelegten Teil des kleinen Spiegels f das eine Objekt direkt, das andere durch Spiegelung am mit dem Meßarm c drehbaren großen und am kleinen Spiegel anvisiert (Spiegel-S.). Am Gradbogen a wird mit Hilfe eines Nonius, beim Trommel-S. an der Trommel d der Winkel auf 10'' genau abgelesen.



Sextant: Trommelsextant

Mit den Vorschaltgläsern e und g für den kleinen und großen Spiegel kann die Helligkeit der Bilder der Objekte einander angeglichen werden. Bei dem ähnlich eingerichteten Oktant (Achtelkreis) ist die Genauigkeit 30''. Der Radio-S., ein S. mit Richtantenne, entspricht dem Empfänger eines Funkmeßgerätes mit sehr scharf bündelnder Empfangsantenne; er wird bes. auf Schiffen benutzt. Zur Ortsbestimmung können im Weltall vorhandene, Radiostrahlung aussendende Objekte gepeilt werden.

Bei ASTRONOMISCHEN HÖHENMESSUNGEN mit dem S. an Land benutzt man einen künstl. Horizont von Quecksilber oder von einer horizontalen Glasplatte, der sehr genaue Werte liefert. Beim Libellen- u. Kreisels-S. wird ein künstl. Horizont durch Einspielen einer Libelle oder eines Kreisels erzeugt.

Sexualhormone, biologische $\rightarrow$ Wirkstoffe, die entweder von den männl. und weibl. Keimdrüsen (Hoden oder Eierstöcken) gebildet werden (Gonadenhormone) und die Ausprägung der Geschlechtsmerkmale sowie den zyklischen Ablauf der Geschlechtstvorgänge bewirken oder, von anderen Drüsen stammend, die Geschlechtstvorgänge steuern oder beeinflussen (gonadotrope Hormone). Zur ersten Gruppe gehören das männl. Keimdrüsenhormon Testosteron und sein Abkömmling Androsteron, die weibl. Follikelhormone (auch Oestron-Gruppe mit Abkömmlingen Oestriol und Oestradiol, a-Folli-

culin, Menformon, Progynon genannt) und das weibliche Corpus-luteum- (Schwangerschafts-) Hormon Progesteron. Die genannten Stoffe gehören chemisch zu den Sterinen und sind nahe miteinander verwandt. Zur zweiten Gruppe gehören die von der Hypophyse erzeugten Stoffe Prolaktin, Prolan A, Prolan B, Synprolan und Oxytocin sowie das von der Nebenniere erzeugte Adrenosteron.

Sexuallockstoffe, organ. Verbindungen, die bes. bei Insekten von den Weibchen aus Duftdrüsen abgesondert werden und die Männchen der gleichen Art anlocken. Der S. des Seidenspinners ist das Bombykol.

Shaping-Maschine, Kurzhobler, → hobeln.

sherardisieren, eiserne Gegenstände mit Zinkstaub in Eisentrommeln bei 250 bis 400° C verzinken.

Shims, kleine Bleche oder besonders geformte Stücke aus magnet. Material zur Beeinflussung des magnet. Feldes am Rande der Polschuhe (Randfeld) von Magneten zur Ablenkung oder Fokussierung von Teilchenstrahlen (z. B. Elektronen- oder Protonenstrahlen).

Shoran-Anlage, ein Verfahren zur Eigenortung von Flugzeugen. Von zwei Sekundärstrahler-Stationen werden die vom Flugzeug ausgesandten Impulse, durch eine aufmodulierte Kennung unterschieden, zurückgestrahlt. Die Entfernungen zu den Sekundärstrahlern werden gemessen. Die Bordanlage umfaßt Sender und Meßeinrichtung, als Sekundärstrahler werden Frequenzumsetzer benutzt.

Shunt, → Nebenschluß.

Si, chem. Zeichen für → Silizium.

Siamosen, kettförmig gestreifte oder karierte Baumwollgewebe in Leinwandbindung für Kleider, Schürzen und Bettzeuge.

Sicherheitsfahrerschaltung, Totmanneinrichtung oder -bremse, Einrichtung auf elektr. und Dieselschienenantriebsfahrzeugen, durch die bei plötzlichem Ausfall des Triebfahrzeugführers selbsttätig die Antriebskraft abgeschaltet und die durchgehende Bremse betätigt wird. Sie wird wirksam, wenn die Fahrkurbel (Totmannkurbel), die während der Fahrt heruntergedrückt ist, losgelassen wird.

Sicherheitslampen,

Benzinwetterlampen, BERG-

BAU: als Schlagwetteranzeiger benutzte Gruben-

lampe für Aufsichtspersonen. Ein oder zwei

engmaschige Drahtkörbe

kühlen die Benzindampf-

flamme soweit ab, daß

explosible Methan-Luft-

Gemische außerhalb der

Lampe mit genügender

Sicherheit nicht gezündet

werden. Größe, Form,

Farbe der Aureole der

Flamme geben Aufschluß

über den Methangehalt

der Grubenwetter.

Sicherheitsventil, ein

sich selbsttätig öffnendes

und schließendes Ventil,

das sich öffnet, sobald die

Druckdifferenz ein bestimmtes Maß überschreitet.

S. werden gewichts- oder federbelastet gebaut für

Dampfkessel, Rohrleitungen, Behälter u. a.

Sicherung, 1) ELEKTROTECHNIK: Schmelzsiche-

rung, eine Schutzvorrichtung, die einen Stromkreis

bei Kurzschluß oder Überlastung selbsttätig abschaltet.

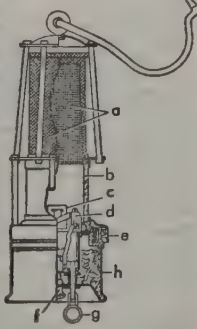
S. besteht im wesentlichen aus dem in einem

Porzellan- oder Glasrohr in Quarzsand eingebetteten

Schmelzdraht, der durchschmilzt, wenn die

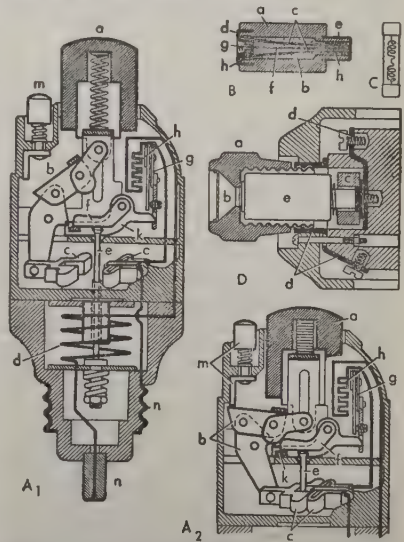
Stromstärke einen bestimmten Höchstbetrag über-

schreitet. Schmelz-S. werden für Stromstärken von



Sicherheitslampe: Wolfsche Benzinwetterlampe; a innerer und äußerer Drahtkorb, b Glaszylinder, c Docht, d Zündvorrichtung, e Magnetverschluss, f Stellschraube für den Docht, g Betätigungsring für die Zündvorrichtung, h Benzinhälter.

0,5 mA bis 3500 A und für Spannungen von 2 V bis 30000 V gefertigt. Eine Strom-S. soll den 1,5fachen Nennstrom 1 Stunde lang aushalten und bei 1,6-2,1fachen Nennstrom sehr rasch abschalten. Heute werden vielfach in Haushalten und bei elektr. Maschinen an Stelle von S. Leitungsschutzautomaten oder Motorschutzschalter verwendet.



Sicherung: A₁ Leitungsschutzautomat ausgeschaltet, A₂ eingeschaltet; a Druckknopf, b Hebelübertragung zu einem der Kontakte c, d Magnetspule, die bei Überstrom durch den Stift e den Auslösehebel f betätigt, g Bimetallstreifen, h Widerstand, k Hebel des thermischen Auslösers, m Auslöseknopf, n Netzanschlußkontakt, B Schmelzsicherungspatrone; a Porzellankörper, b Sandfüllung, c leicht schmelzende Drähte, d oberer, e unterer Kontakt, f Hauptschmelzdraht, g Kennplättchen, h Asbestpropfen. C Röhrensicherung, D Sicherungselement; a Schraubkappe, b Schaufenster, c Paßschraube, d Netzanschlußkontakte, e Patrone.

In der FERNMELDETECHNIK werden Rückklöt- oder Umkehr-S. angewendet: in dem zu schützenden Stromkreis liegt eine Heizspule von einigen Ohm Widerstand mit eingelötetem Metallstift. Hat der durch den Stift fließende Strom 40 s lang die Nennstromstärke erreicht, schmilzt das Lot, und der Stift wird von einer Feder weggezogen.

2) Vorrichtung am Verschuß oder Abzug von Feuerwaffen, die ungewolltes Abfeuern der geladenen Waffe oder selbsttät. Öffnen des Verschlusses verhindern soll. Es gibt u. a. Schließ-, Griff-, Magazin-, Abzug- und Schlagbolzen-S.

3) → Reaktor-Sicherung.

sicken, **sieken**, FERTIGUNGSTECHNIK: Verfahren der spanlosen Formung, bei dem, meist zur Verstärkung, Bleche oder Rohre mit Wulsten oder Vertiefungen (**Sicken**) versehen werden.

Sickerrohr, 1) durchloches Kupfer- oder Stahlrohr mit starker Spitze, wird als unterstes Stück einer Rohrleitung zur Herstellung eines Schlag- oder Abessinierbrunnens in die Grundwasserschicht des Bodens getrieben; 2) gelochtes Tonrohr, als Ende einer Leitung in den Boden verlegt, um Abwasser zum Versickern zu bringen.

Siderit, wissenschaftl. Name für → Eisenspat.

Sieb des Eratosthenes, Verfahren zum Auffinden der Primzahlen in einer gegebenen Zahlmenge: man geht von 2 aus, streicht von den folgenden ganzen Zahlen alle echten Vielfachen

von 2 weg, dann die echten Vielfachen der ersten stehengebliebenen Zahl, der 3, dann die der 5 usw.

Siebdruck, Druckverfahren zur Herstellung von meist farbigen Plakaten, Aufstellern u. ä. Druckerzeugnissen in geringer Auflage sowie zum Bedrucken von Textilien und Hartmaterial (Glas, Kunststoffe, Blech, Pappe, Holz). Druckform ist eine → Schablone; über diese wird ein feinnaschiges Textil- oder Drahtgewebe gelegt und die Farbe mit einer Gummirakel durch Sieb und Schablone auf den Gegenstand aufgebracht.

sieben, das Trennen körneriger Stoffe nach Größenklassen durch Siebe. *Flachsiebe* sind schwach in Längsrichtung geneigt und werden durch Kurbel- oder Exzenterantrieb in eine hin- und hergehende Bewegung versetzt. Besonders hohe Schwingungszahl und kleine Ausschläge haben *Schwing-* oder *Vibrationssiebe*, die durch eine Unwucht, ähnlich wie bei Wuchtförderern, angetrieben werden. *Plansiebe* sind horizontal angeordnet und führen eine kreisförmige Bewegung aus. In rotierenden *Zylindersieben* ist neben der Schwerkraft auch die Fliehkraft am Siebeffekt beteiligt.

Siebegestirn, *Pleyaden*, offener → Sternhaufen im Sternbild des Stiers.

Siebketten, NACHRICHTENTECHNIK: eine Schaltungsanordnung aus mehreren, meist gleichen Siebgliedern (elektr. → Filter), die nur einen vorbestimmten Frequenzbereich durchläßt oder sperrt.

R. FELDTELLER: Einführung in die Siebschaltungstheorie (*1963).

sieden, das Verdampfen einer Flüssigkeit mit Blasenbildung (→ Dampf). Verursacht durch den Dampfdruck, findet von der Oberfläche jeder Flüssigkeit aus ein ständiger Übergang in den gas-(dampf-)förmigen Zustand statt. Erreicht der Dampfdruck die Größe des äußeren Druckes, so verdampft die Flüssigkeit auch in ihrem Innern: es entstehen Blasen. Die dabei erreichte Temperatur heißt *Siedetemperatur* oder *Siedepunkt* (*Kochpunkt*). Sie ist von der Art des Stoffes und vom äußeren Druck abhängig: der Siedepunkt des Wassers z. B. nimmt bei je 300 m Höhenzunahme und entsprechender Druckabnahme um 1°C ab. Bei normalem Luftdruck (1 atm) heißt er *normaler Siedepunkt*. Die normalen Siedepunkte des Wassers (*Dampf-punkt*), Sauerstoffs (*Sauerstoffpunkt*) u. a. dienen als Eichpunkte der Temperaturskalen.

Wärmezufuhr über den Siedepunkt hinaus erhöht die Temperatur nicht mehr. Jedoch kann z. B. luft-freies Wasser zuweilen etwas über den Siedepunkt erwärmt werden, ohne daß es zu sieden beginnt (*Siedeverzug*); bei geringer Erschütterung des Gefäßes oder geringer weiterer Temperaturerhöhung setzt dann das S. ganz plötzlich, oft explosionsartig ein. Der Siedeverzug kann durch *Siedesteinchen*, poröse Tonstücke od. dgl. verhindert werden. Bei Lösungen verringert sich der Dampfdruck und erhöht sich infolgedessen der Siedepunkt (*Siedepunktserhöhung*). Daraus kann das Molekulargewicht des Gelösten berechnet werden. (TABELLE S. 499)

Siedethermometer, das → Hypsometer.

Siegellack, zusammengesetzte Gemische aus Kolophonium und Schellack, mit Pigmenten wie Titanweiß, Eisenrot, Schwärzen, bunten Farbstoffen, Aluminiumbronze od. dgl.

Siel, Auslaßbauwerk in einem Deich zur Entwässerung eingedeichter Niederungsgebiete bei niedrigen Außenwasserständen; meist einfacher Durchlaß aus Holzbohlen, Rohren, Mauerwerk oder Beton mit selbständig wirkender Verschlusvorrichtung. Bei *Rohr-S.*, *Pump-S.*, auch *Sichter* genannt, werden Rückstauklappen, sonst Stemmstore angewandt. Größere *S.*, *Deichschleusen*, sind meist für kleine Schiffe passierbar. Bei den auf dem Prinzip des → Hebbers beruhenden *Heber-S.* wird das Wasser über den Deich hinweg gefördert.

Siemens, Werner von (TAFEL Naturforscher und Erfinder), Pionier der Elektrotechnik, * 1816, † 1892, erfand 1846 den elektr. Zeigertelegraphen und die Umkleidung der Telegraphenleitungen mit Guttapercha. 1847 gründete er zus. mit G. HALSKE eine

Telegraphenbauanstalt, die 1848/49 die erste große unterirdische Telegraphenleitung (Berlin–Frankfurt a. M.) anlegte. 1856 erfand er den Doppel-T-Anker und 1866 die Dynamomaschine, mit deren Einführung die eigentliche Starkstromtechnik begann. 1879 baute S. die erste elektr. Lokomotive und den ersten elektr. Webstuhltrieb.

F. HEINTZENBERG: W. S. (1941).

Siemens, S. Maßeinheit des → Leitwerts.

Siemens-Martin-Ofen, → Stahl.

Sigma-Teilchen, *Σ-Teilchen*, zu den → Hyperonen gehörige Elementarteilchen.

Signal, 1) EISENBAHN: → Signaltechnik.

2) SCHIFFFAHRT: auf See verwendet man *optische S.* (S.-Flaggen, Winkflaggen, Licht-S., S.-Körper, Semaphore), *akustische S.* (Dampffeiße, Dampfheuler, Sirene) und, bes. auf größere Entfernungen, den *Funkverkehr*. Benutzt werden die Zeichen des Morse-Alphabets, die Buchstabenbedeutungen der S.-Flaggen und Winkerzeichen. Die internat. S.-Flaggen umfassen 26 Buchstabenflaggen, 10 Zahlenwimpel, 4 Hilfszeichen. Nachts treten Scheinwerfer, Morselampen, Signalapparate an ihre Stelle.

3) LUFTFAHRT: → Funkfeuer, → Funknavigation, → Funkmeßtechnik.

Signaltechnik, die Zusammenfassung der Bedienungseinrichtungen der *Eisenbahnsignale*. Zur Sicherung der Zugfahrten wird beim *Blocksystem* die Strecke in (von einer bis zur nächsten *Blockstelle* reichende) *Blockabschnitte* unterteilt. Jeder Blockabschnitt wird durch *Vor-* und *Hauptsignale* gedeckt. Ein Zug darf erst dann in einen Blockabschnitt einfahren, wenn der vorhergehende Zug ihn verlassen hat. Die Signale werden vom → Stellwerk aus gestellt. Nach Durchfahrt eines Zuges legt der Blockwärter das Signal auf „Halt“, blockt den Zug zur nächsten Blockstelle vor und entblockt gleichzeitig das Signal der rückliegenden Blockstelle. Durch besondere Anlagen und Einrichtungen (*Blockfeld*) wird sichergestellt, daß Weichen und Signale nur in Abhängigkeit voneinander gestellt werden können. Bei dicht belegten Strecken, bes. bei Stadt-, Untergrund- und Schnellbahnen wird oft im Zusammenhang mit → Gleisbildstellwerken das *Selbstblocksystem* angewandt, bei dem die Züge selbst mit Hilfe von Schienenkontakten und isolierten Gleisabschnitten die Signale nach Verlassen des Blockabschnitts auf „Fahrt“ stellen. In Bahnhöfen muß wegen Beginns und Endens der Züge und wegen der Rangierfahrten das Streckenblocksystem unterbrochen und durch den *Bahnhofblock* ersetzt werden: die Züge erhalten die Erlaubnis zu Fahrten durch Signale übermittelt (Form- oder Lichtsignale). Vor den Hauptsignalen stehen Vorsignale im Bremswegabstand, je nach Geschwindigkeit 400, 700, 1000 oder 1200 m. Das *Signalbuch* enthält noch weitere Signale und Kennzeichen, z. B. Signale am Zug, an Weichen, für Rangierfahrten, für langsam zu befahrende Streckenabschnitte.

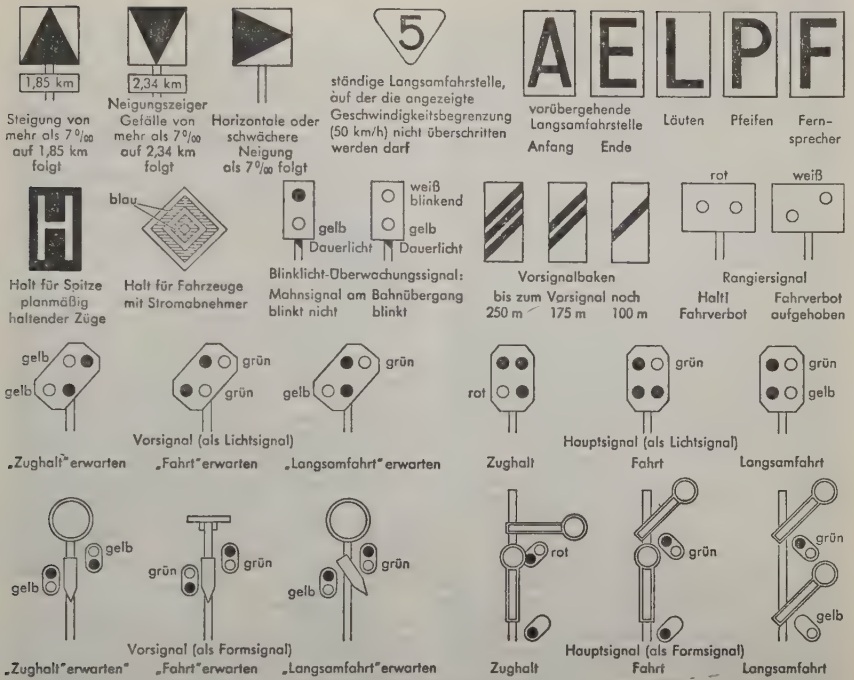
Signatur, 1) die Kennzeichnung der Druckbogen am Fuß der ersten, oft auch dritten, Seite.

2) SCHRIFTGESETZEREI: der meist runde Einschnitt oberhalb des Fußes der Lettern, der dem Setzer die richtige Lage der Lettern beim Setzen anzeigt.

Sikkative, → Trockenstoffe.

Silane, *Siliziumwasserstoffe*, → Silizium.

Silber, Ag, chem. Element, Edelmetall; Ordnungszahl 47, Massenzahlen 107, 109, Atomgewicht 107,870; Schmelzpunkt 960,5°C, Siedepunkt 2170°C, Dichte 10,5 g/cm³. S. ist ein regulär kristallisierendes, glänzend weißes, sehr polierfähiges Metall. Es ist weicher als Kupfer, härter als Gold und nächst diesem das dehnbarste Metall; es läßt sich zu dünnster Folie aushämmern und zu feinstem Filigran ausziehen. Von allen Metallen leitet S. die Wärme und Elektrizität am besten. An der Luft ist S. ziemlich beständig, jedoch wird es von Schwefelwasserstoff angegriffen, der es unter Bildung einer dünnen Schicht von Schwefelsilber schwärzt (Anlaufen von Silbergegenständen). Heiße konzentrierte Schwefelsäure löst S. zu Sulfat; verdünnte Salpetersäure führt es in Nitrat über. *S.-Nitrat*, *AgNO₃*, ist als



Signaltechnik: Eisenbahnsignale

Höllenstein bekannt. Gegenüber Alkalien ist S. äußerst widerstandsfähig. Mit vielen Metallen wie Gold, Kupfer, Blei, Quecksilber, Kadmium und Zink legiert es sehr leicht; bes. Kupfer ergibt mit S. eine verhältnismäßig harte Legierung. Durch elektr. Zerstäubung des Metalls unter Wasser oder durch Reduktion von Silbersalzlösungen läßt sich kolloidales S. in Form eines dunkelbraunen Pulvers darstellen, das in Wasser mit rotbrauner Farbe löslich ist und in der Medizin verwendet wird. Das **Versilbern** von Metallgegenständen geschieht bei der **Feuerversilberung** durch Anreiben eines silberhaltigen Amalgams, aus dem dann durch Hitze das Quecksilber ausgeschieden wird, bei der **galvanischen Versilberung** mit einem silbersalzhaltigen Bad.

VORKOMMEN UND GEWINNUNG. Gediegenes S. findet sich in kleinen regulären Kristallen, meist Würfeln oder Oktaedern, oder in draht- und haarförmiger Form, vereinzelt auch in großen Klumpen, im Sächsischen Erzgebirge, im Harz, in Ungarn, Siebenbürgen, Norwegen, Mexiko, Nord- und Südamerika, China, Japan. Die wichtigsten **Silbererze** sind: der hauptsächlich in Mexiko vorkommende **Silberglanz**, Ag_2S , dunkles und liches **Rotguldigerz**, $3Ag_2S \cdot Sb_2S_3$ und $3Ag_2S \cdot As_2S_3$, **Silberantimon-glanz** oder **Miargyrit**, $Ag_2S \cdot Sb_2S_3$, das in Südamerika und Australien in größerer Menge vorkommende **Silberhorners**, $AgCl$ (Chlorsilber), sowie die **Fahlerze**. S. kommt in den meisten Blei- und Kupfererzen vor. Bei der Verhüttung sammelt es sich in diesen Metallen an. Aus Blei wird es durch Saigerprozesse hauptsächlich mit Zinkzugabe (Parkesieren) getrennt, aus Kupfer meist durch Elektrolyse. — Das S. wird in Legierungen für Münzen, Schmuck, Geräte, elektr. Kontakte, in der Hauptmenge von der photograph. Industrie verarbeitet.

WELTGEWINNUNG 1961: 7357 t; davon Mexiko 1255 t, Verein. Staaten 1081 t, Peru 1045 t, Kanada 969 t, Sowjetunion 900 t, Australien 447 t.

Silberkitt, ein Kitt aus Kolophonium (60%), Schwefel (15%) und Eisenfeilspänen (25%) zum Füllen hohler Silbergeräte.

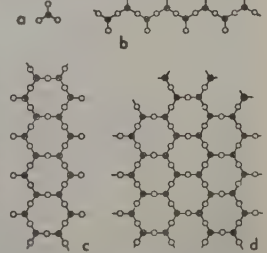
Silikagel, → Kieselensäure.

Silikasteine,

hochwertige feuerfeste Steine, aus Quarz mit Kalkmilch und Sulfita-blaug als Bindemittel, ähnlich den **Dinasteinen**.

Silikate, Salze der → Kieselensäure (→ Silizium). S.-Gesteine enthalten als wesentliche Gemengteile Kieseläureminerale, z. B. Granit. Sie werden geordnet nach den Verknüpfungen der SiO_4 -Tetraeder in ihren Kristallgittern.

Silikone, Kunststoffe mit Silizium und Sauerstoff als Kettenglieder in Verbindung mit organ. Substituenten. Es gibt flüssige, fettartige, feste und kautschukelastische S. S.-Öle eignen sich wegen ihrer geringen Temperaturabhängigkeit der Viskosität für Hydrauliköle, Bremsflüssigkeiten, Schmiermittel u. a.; sie dienen auch als Antischaumstoffe und Formeneinstreichmittel. S.-Harze werden für hochwärmefeste Anstriche, insbes. auch zur Isolierung bei Elektromotoren eingesetzt. S.-Kautschuk behält seine elastischen Eigenschaften bis $-55^\circ C$ und weit über $+200^\circ C$; da er zudem chemisch sehr widerstandsfähig ist, eignet er sich bes. für Spezialdichtungen u. ä.



Kristallgitterbau der Silikate: a Insel, b Kette, c Band, d Blatt von Siliziumatomen (•) und Sauerstoffatomen (o) in Tetraederanordnung.

silizieren. Herstellen einer Schutzschicht von Silizium und Eisensiliziumlegierungen auf Eisen mit nicht über 0,1% C durch Behandeln in der Glühhitze mit Siliziumchlorid oder -karbid oder Silizium- oder Ferrosiliziumpulver mit Zusätzen.

Silizium, Si, chem. Element, Nichtmetall mit z. T. metallähn. Charakter; Ordnungszahl 14, Massenzahlen 28, 29, 30, Atomgewicht 28,086; Schmelzpunkt 1410°C , Siedepunkt 2630°C , Dichte $2,4\text{ g/cm}^3$.

VORKOMMEN. Etwa 25% der äußeren Erdrinde bestehen aus S., das nur in chem. Bindung, vor allem an Sauerstoff und Metalle, gefunden wird. Das S.-Dioxid, SiO_2 , heißt in grobkristalliner Gestalt → Quarz, bei Färbung durch Spuren von Schwermetalloxiden Rauchquarz, Rosenquarz, Amethyst, Chrysopras usw., bei wasserklarem Aussehen Bergkristall, in poröser Form und mit Wassergehalt Kieselgur. Mit den Oxiden zahlreicher Metalle verbindet es sich zu den Silikaten, zu denen die Feldspate, der Glimmer, der Asbest, der Talk, der Zirkon und viele andere häufige und wichtige Mineralien gehören. Auch einige Pflanzen und Tiere (Kieselalgen) enthalten Silikate. Die Zerfallprodukte der Feldspate, die in der Hauptsache Aluminiumsilikate enthalten, heißen je nach dem Grad ihrer Reinheit Kaolin, Ton oder Lehm.

GEWINNUNG von S. durch Reduktion von feingemahlenem Quarz mit Kohle im elektr. Ofen. Elementares S. tritt auf als braunes, amorphes S. (Dichte $2,33\text{ g/cm}^3$) und als kristallisiertes S., das bei ausgeprägtem Metallglanz schwarzgrau, spröde und so hart ist, daß es Glas ritzt.

VERWENDUNG. Elementares S. wird als ausgeprägter Halbleiter zum Bau von Detektoren und als Legierungszusatz verwendet. Zur Legierung von Stählen dient das bei der gemeinsamen Reduktion von S.-Dioxid und Eisenoxid mit Kohle gewonnene Ferro-S. S.-Stähle sind als Transformatorenbleche gut geeignet. – Eine wichtige Aluminiumlegierung, das Silumin, enthält 13% S. – Die S.-Bronze, in der Hauptsache aus Kupfer, S. und Nickel, ist bei hoher Zugfestigkeit ein guter elektr. Leiter und wird für Telephondrähte u. dgl. verwendet.

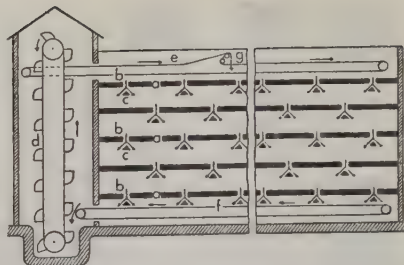
VERBINDUNGEN. S., das in seiner amorphen Form viel rascher reagiert als in der kristallisierten, wird von Säuren mit Ausnahme der Flußsäure nicht, dagegen bereits von verdünnten Laugen angegriffen. Bei höheren Temperaturen bildet das S. mit den meisten übrigen Elementen Verbindungen, Silizide, in denen es vierwertig auftritt. Die Metall-Silizide verhalten sich häufig legierungsähnlich. Aus dem Magnesiumsilizid, Mg_2Si , lassen sich durch Einwirkung von Salzsäure die Wasserstoffverbindungen des S., die Silane, gewinnen, die wie die Kohlenwasserstoffe aufgebaut, aber sehr unbeständig sind. Die beständige Verbindung ist S.-Dioxid, SiO_2 , das Anhydrid der → Kieselsäure. Erhitzt und wieder abgekühlt erstarrt es zu dem glasähn. Quarzglas, das für viele Spezialzwecke verwendet wird, da es säurebeständig und hochschmelzend (1670°C) ist, ultraviolett Licht durchläßt und auch bei rascher Abkühlung nicht springt. – Mit Kohlenstoff bildet S. das S.-Karbid, SiC , das als Heizleiterwerkstoff (→ Silite) für elektr. Hochtemperaturöfen und als Schleifmittel Karborundum verwendet wird.

Sillimanit, rhombisches Mineral Al_2SiO_5 , grau, stengelige bis feinfaserige Aggregate in kristallinen Schiefen und kontaktmetamomorphen Gesteinen. Mullit, ein S. mit überschüss. Al_2O_3 , entsteht beim Brennen von Porzellan und Keramik, in der Natur in Ton, der von Basalt eingeschlossen wird.

Silo, hoher Behälter aus Holz, Stahl oder Beton zum Speichern von Schüttgütern (Getreide, Kohle, Erz, Steinsplitt, Zement), auch zur Herstellung von Gärfutter, zur Konservierung gedämpfter Futtermittel.

Silur, → Erdgeschichte.

Simulator, 1) eine Anlage, mit der Flugzeugführer für bestimmte Flugzeugmuster ausgebildet werden können, ohne Flüge zu unternehmen. Eine Flugzeugführerkabine enthält alle Einrichtungen für Steuerung und Triebwerksbedienung sowie alle



Silo: Schema eines Rieselspeichers; a Böden, auf denen das Gut (z. B. Getreide) gelagert wird, b Rieselöffnungen, c Abweiserwinkel, d Becherwerk (Elevatortor), e und f Förderbänder, g fahrbarer Abwurfswagen.

Instrumente für Flug- und Triebwerksüberwachung. Die Instrumente werden von außen gesteuert, ihre Anzeige täuscht einen wirkl. Flug vor; sie zeigen dabei auch die Wirkungen jeder Steuerbewegung an, wobei die bes. Flugeigenschaften des vorgeführten Flugzeugmodells berücksichtigt werden.

2) ein elektronischer Analogrechner zur Lösung ganz bestimmter physikal. Probleme durch genaue Nachbildung der physikal. Daten in den Daten des Gerätes (Simulieren). Simulieren nennt man auch das Nachbilden der Rechengänge eines Rechenautomaten durch einen anderen, d. h. die Übersetzung eines Maschinenprogramms aus einer Maschinsprache in eine andere.

Simultan-Übersetzungsanlage, Simultan-Dolmetscheranlage, eine Anlage zur gleichzeitigen Übertragung einer Rede in verschiedenen Sprachen. Dolmetscher übersetzen die Rede und sprechen sie in Mikrophone, die übersetzte Rede wird verstärkt, übertragen und mit Kopfhörer abgehört.

sin, Abk. für Sinus, eine der → Winkelfunktionen.

Sinalbin, ein Glykosid aus den Samen des weißen Senfs *Sinapis alba*, aus dem bei enzymatischer Spaltung u. a. das scharf schmeckende und blasenziehende S.-Senföl entsteht.

singulär, MATHEMATIK: eine quadratische → Matrix ist s., wenn ihre Determinante null ist. Eine Funktion $f(z)$ hat an der Stelle z_0 ihres komplexen Arguments z eine singuläre Stelle oder Singularität, wenn sie dort nicht differenzierbar ist. Bei einer eindeutigen Funktion unterscheidet man eine Polstelle, bei deren Annäherung der absolute Betrag der Funktion gegen unendlich strebt von einer wesentlich singulären Stelle, in deren noch so klein vorgegebenen Umgebungen die Werte der Funktion jeder komplexen Zahl beliebig nahe kommen. Bei den mehrdeutigen Funktionen treten die Verzweigungsstellen hinzu, z. B. die Stelle $z_0 = 0$ bei der Funktion $f(z) = \sqrt{z}$. Ihnen entsprechen bei algebraischen Kurven singuläre Punkte (Knotenpunkte, Spitzen, Schnabelspitzen). Bei Flächen können sich die s. Punkte zu s. Kurven zusammenschließen.

Sinigrin, myronsaures Kalium, ein Glykosid, das bes. in den Samen des schwarzen Senfs (*Brassica nigra*) vorkommt; durch das in diesen Samen enthaltene Enzym Myrosin wird S. in Traubenzucker, Allylsenföl und Kaliumbisulfat gespalten.

Sinkkasten, → Gully.

Sinklagen, vom Ufer oder einem Bauwerk aus frei vorgebaute, durch Steine und Pfähle festgelegte Faschinenanlagen.

Sinkstück, am Ufer hergestellte und schwimmend durch Beschweren mit Steinen versenkte Faschinenmatte (Sinkmatte) als Sohlensicherung und Grundbau für Strombauwerke.

Sinter, 1) amorphe oder feinkristalline Mineralabsätze aus Quellen oder heißen Lösungen als geschichtete oder stalaktische Überzüge, meist Kalk- oder Kiesel-S. **2)** gesintertes Eisenerz oder Gichtstaub, → sintern; auch der Zunder in der Schmiede oder im Walzwerk (Hammerschlag, Walz-S.).

Sintermetalle, → Hartmetalle.

sintern, das Zusammenbacken, Agglomerieren, Stückigmachen von feinkörnigen Erzmischungen oder Gichtstaub durch Erhitzen bis auf eine Temperatur, bei der einzelne Bestandteile der Beschickung weich werden (1200–1400°C).

Sinus, Abk. *sin*, → Winkelfunktionen.

Siphon, 1) der → Geruchverschluss.

2) ein Schankgefäß für unter Kohlendioxiddruck stehendes Bier und Mineralwasser; wird beim Öffnen eines Hahns durch ein Steigrohr ausgetrieben.

Sirene, ein Gerät zum Erzeugen eines kräftigen Schalls durch periodische Unterbrechung eines Luftstroms. Bei der *Loch-S.* werden die auf einem Kreis angeordneten Öffnungen eines Gehäuses, dem Druckluft zugeführt wird, durch eine rotierende, mit gleichviel Löchern versehene Scheibe periodisch geöffnet und geschlossen. Die *S.* dient der Signalübermittlung (Fabrik-S., Luftschutz-S.), mit großen Ultraschall-Leistungen zum Entnebeln von Flugplätzen oder Entstauben von Industriegasen.

Sirius, *Hundsstern*, Stern 1. Größe im Sternbild Großer Hund. *S.* ist der hellste Stern (+1,3^m, Dichte 0,42) und unserer Sonne, die er an Größe um fast das Doppelte übertrifft, verhältnismäßig nahe (Entfernung 8,8 Lichtjahre). Er wird von einem Begleitstern mit hoher Dichte (27000, dagegen Blei 11,3) in etwa 50 Jahren umkreist.

Sisal, grobe Bastfaser aus den Blättern einer trop. Agavenart; dient zur Herstellung von Seilerwaren, Säcken, Matten, Teppichen und Läuferten.

Sitosterin, $C_{27}H_{48}O$, ein → Sterin aus Weizenkeimlingen, Kalabarböhen.

Skala, *Skale*, 1) eine Einteilung zu Meßzwecken; Ausführung geradlinig (als Maßstab) oder kreisförmig (als Zifferblatt), linear (Teilungen mit gleichen Teilstreckenabständen, Maßstab, Thermometer) oder nichtlinear (logarithmische *S.* des Rechenschiebers).

2) **DRUCKTECHNIK**: beim Farbendruck die Andrucke der einzelnen Farbplatten, die im Übereinanderdruck ein mehrfarbiges Bild ergeben, als Vorlage für den Auflagedruck.

Skalar, *Tensor nullter Stufe*, **GEOMETRIE und PHYSIK**: eine (ortsabhängige) Größe, die im Gegensatz zu höheren Tensoren (Vektoren und Tensoren 2. und höherer Stufe) durch eine einzige (von Ort zu Ort veränderliche) Zahl beschrieben wird, deren Wert also nicht von der Wahl der Koordinaten abhängt, und die daher bei Transformation des Koordinatensystems invariant bleibt. Beispiel: die Temperatur.

skalares Produkt, → **Vektor**.

Skandium, *Sc*, chem. Element, unedles Leichtmetall, das den → Lanthaniden und Yttrium nahesteht, Ordnungszahl 21, Massenzahl 45, Atomgewicht 44,956; Schmelzpunkt etwa 1400°C, Siedepunkt etwa 2400°C, Dichte 3,1 g/cm³. In der Natur kommt *S.* in Spuren in Zerkon-, Zirkon- und Zinnmineralien vor; das einzige skandiumreiche Mineral ist das sehr seltene *S.*-Silikat Thortveitit. Reines *S.* wird durch Elektrolyse dargestellt.

Skarn, hartes, mit Erz verwechseltes, vorwiegend silikatisches metamorphes Gestein mit Andradit (Kalkeisengranat), eisenreichen Pyroxenen und Hornblenden, Epidot, Magnetit, Eisenglanz, Sulfiden von Eisen, Kupfer, Blei, Zink u. a.

Skatol, β -Methylindol, C_8H_7N , organ. Verbindung von starkem Fäkal-

geruch. *S.* ist im Zibet nachgewiesen, wird synthetisch hergestellt, in künstl. Zibet und in Blumengerüchen verwendet.

SKE, Abk. für → Steinkohleneinheit.

Skelettbauweise, eine Bauweise, bei der Gerippe aus Holz, Stahl oder Stahlbeton das Traggerüst des Bauwerks bilden.

Skin-Effekt, → **Hautwirkung**.

Skopolamin, *Hyoscin*, ein → Alkaloid, das in vielen Nachtschattengewächsen enthalten ist; wirkt pupillenerweiternd und lähmend auf die Speichel- und Schleimabsonderung sowie beruhigend.

Skorpion, 8. Sternbild des Tierkreises.

Skot, Maßeinheit der Dunkelheitsdichte (→ Photometrie).

Skutterudid, Mineral, → **Speiskobalt**.

Slip, die → **Aufschlepp**.

Sm, chem. Zeichen für → **Samarium**.

Smalte, *Schmalte*, ein durch Kobaltoxidulsilikat tiefblau gefärbtes Kaliglas; dient als Unterlagsfarbe und zur Entfärbung von Glasflüssen.

Smaragd, grüne Varietät des → **Berylls**.

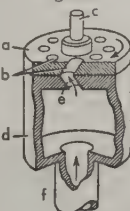
Smog, die Anreicherung von Verbrennungsprodukten, insbes. Schwefeldioxid, in der Luft, wenn infolge dichten Nebels oder einer oben liegenden Kaltluftschicht die Abgase und Verbrennungsprodukte (Flugasche, Ruß, Kohlenwasserstoffe, Kohlen- und Schwefeldioxid) von Feuerungsanlagen nicht hochsteigen können. In Großstädten und Industriezentren (industrielle Ballungsgebiete) können dadurch Nebelkatastrophen mit toxischer Wirkung für die Menschen auftreten. Als maximaler Immissionswert (MIK-Wert) wird von den Hygienikern für den Menschen 0,2 ppm SO_2 genannt. Außerdem treten merkliche Schädigungen an der Vegetation auf.

Sn, chem. Zeichen für → **Zinn**.

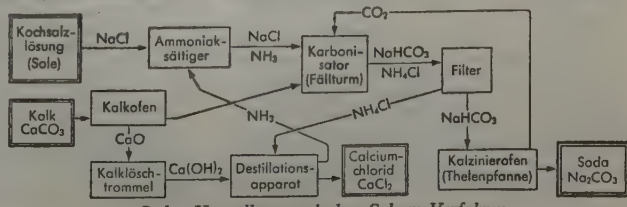
Snellius, Willebrord, niederl. Mathematiker, * 1581, † 1626, Prof. in Leiden, fand 1626 das Gesetz der Lichtbrechung und lieferte wichtige Beiträge zur Trigonometrie.

Soda, **Natriumkarbonat**, *kohlensaures Natrium*, ein weißes, in Wasser leicht lösl. Salz, das wasserfrei als *kalkinierte S.*, Na_2CO_3 , Schmelzpunkt 853°C, als kristallisiertes monoklin-prismat. Hydrat *Kristall-S.*, $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$, Schmelzpunkt 32°C, und selten als Monohydrat, $Na_2CO_3 \cdot H_2O$, vorkommt. Mit Säuren entwickelt *S.* unter Aufbrausen Kohlendioxid. In der Natur findet sich mineral. *S.* (*Natrit*) gelöst in *Sodasen* (Ägypten, China, Ungarn, Armenien, O-Afrika, N- und S-Amerika) und als *Trona*, *Urao*, Natriumsesquikarbonat, $Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$, in deren festen Abscheidungen. Herstellung: Beim *Leblanc-Verfahren* (LEBLANC, 1791), das fast ganz aufgegeben ist, wird aus Kochsalz und Schwefelsäure Natriumsulfat, Na_2SO_4 , hergestellt und dieses gemischt mit Kohle und Kalk geglüht. Es entsteht Kalziumsulfid, CaS , und *S.*, die durch Wasser aus der Reaktionsmasse herausgelöst wird. Beim *Solvay-Verfahren* (Ammoniak-Soda-Verfahren; SOLVAY, 1863) wird in eine Kochsalzlösung Ammoniak und Kohlendioxid eingeleitet. Es entsteht als kristalline Abscheidung Natriumbikarbonat $NaHCO_3$, das abfiltriert und durch Erhitzen (*Kalkinieren*) in *kalkinierte S.*, Kohlendioxid und Wasser zerlegt wird. *Kautische S.*, *S.-Stein* ist Natriumhydroxid, *NaOH*.

VERWENDUNG: bei der Herstellung von Glas, Seifen, als Bestandteil von Wasch- und Reinigungs-



Sirene: Lochsirene; a Lochscheibe mit Löchern b, c Welle der Lochscheibe, gelagert in der oberen Wand des Gehäuses d für Druckluft, e Leitchlöcher, f Druckluftzuführung.



Soda: Herstellung nach dem Solvay-Verfahren

Soddy – Sonnenbatterie

mitteln, zur Wasserenthärtung, beim Färben, Bleichen, Gerben usw.

Chem. Technologie, hg. v. K. WINNACKER u. L. KÜCHLER, 1 (*1958).

Soddy, Frederick, engl. Chemiker, * 1877, † 1956, Prof. in Aberdeen und Oxford, entdeckte 1913 gleichzeitig mit F. FAJANS die radioaktiven Verschiebungssätze, 1921 Nobelpreis.

Soffittenlampe, eine röhrenförmige → Glühlampe, für die *Soffittenfassungen* erforderlich sind, die den Sockel der S. mit Kontaktfedern umfassen.

Sohle, BERGBAU: der untere Teil eines Grubenraumes, auch die einzelnen Abteilungen, die in einer Lagerstätte untereinander angelegt werden; *söhlig* heißt waagrecht, *totsöhlig* vollkommen waagrecht.

Sol, kolloidale Lösung, → Kolloid.

Solanin, ein giftiges → Alkaloid, in Beeren und Knollen verschiedener Nachtschattengewächse.

Solarimeter, Gerät zum Messen der Sonnenstrahlung.

Solarisation, PHOTOGRAPHIE: die Umkehrung der Lichteinwirkung bei zu langer Belichtung; beruht wahrscheinlich auf einer zur Entwicklung ungeeigneten Art der Ausscheidung der Entwicklungskeime in der Schicht; durch Zwischenbelichtung der unentwickelten Schicht entsteht eine ähnliche Erscheinung (*Pseudo-S.*, *„Sabatier-Effekt“*).

Solarkonstante, die an der Obergrenze der Erdatmosphäre einfallende Sonnenstrahlung, beträgt $2 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{min}$.

Solenoid, PHYSIK: eine zylindrische Spule; verhält sich bei Stromdurchfluß wie ein Stabmagnet.

Solifikation, das → Erdfießen.

Söle, kleine runde Tümpel in der Grundmoränenlandschaft der letzten Vereisung, entstanden durch Abschmelzen von Toteisblöcken.

Solquelle, ein → Mineralwasser.

Solstitium, → Sonnenwenden.

Solvate, *Ionenhydrate*, Anlagerungsverbindungen der frei bewegl. Ionen und der Wassermoleküle in einer Lösung. Die *Solvation* ist die Voraussetzung der Dissoziation in Lösung.

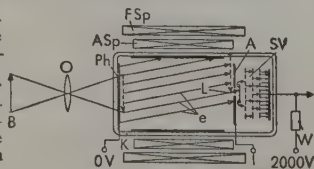
Somatotropin, *somatotropes Hormon*, *Wuchshormon*, ein Hormon aus dem Vorderlappen der Hirnanhangdrüse, das den Eiweiß- und Kohlenhydratstoffwechsel reguliert; chemisch ein Eiweißkörper aus 200–400 Aminosäureresten.

Sommerfeld, Arnold, Physiker, * 1868, † 1951, Prof. in Clausthal, Aachen, München, förderte die Quantentheorie und entwickelte 1916 die Theorie der → Feinstruktur der Spektrallinien.

Sonde, 1) BERGBAU: produzierende Erdölbohrung. 2) *Meß-S.*, RAUMFAHRT: Raumflugkörper mit Meßgeräten zur Erforschung der nächsten Himmelskörper (Mond, Mars, Venus).

Sondenöhre, *Farnsworth-Röhre*, ein Bildzuleger zur Aufnahme von Fernsehbildern. Das Bild B wird durch ein Objektiv O auf der in einem evakuierten Röhrenkolben K befindl. Photokathode Ph abgebildet,

deren einzelne Punkte je nach Beleuchtungsstärke wenige oder viele Elektronen e aussenden. Diese werdendurch eine Spannung von etwa 1000 V gegen die Anodenplatte A beschleunigt und durch das Magnetfeld der Fokussierungsspule FSp so geführt, daß in der Ebene von A ein elektronenopt. Bild entsteht, das durch Ablenkspulen ASp über die Anodenfläche verschoben werden kann. In der Mitte von A befindet sich ein kleines Loch L, über das alle Punkte des elektronenopt. Bildes zeilenweise nacheinander geführt werden und in den Sekundärelektronenvervielfacher SV eintreten, worauf am Widerstand W das Bildsignal entsteht.



Sondenöhre

Sonne (TAFEL Sonne und Sonnensystem), der Zentralkörper des Sonnensystems, um den sich alle dem System angehörigen → Planeten und → Kometen auf annähernd elliptischen Bahnen bewegen; die S.-Masse ist 735mal größer als die aller übrigen Körper des S.-Systems zusammen. Die S. hat Kugelgestalt (Rotationsdauer 26 Tage) und erscheint von der Erde aus in ihrer Entfernung von im Mittel 149,5 Mio km als kreisrunde, scharf begrenzte Scheibe von der Größenklasse –26,9 (→ scheinbare Helligkeit) unter einem Gesichtswinkel von $31' 59''$. Durchmesser der S.: 1392700 km = 3,6mal die Entfernung Erde–Mond, Volumen: $1,414 \cdot 10^{23} \text{ cm}^3 = 1297000 \text{ Erdvolumina}$, Dichte $1,41 \text{ g/cm}^3$, Oberflächentemperatur 5700°K . Die Leuchtkraft der S. beträgt $3 \cdot 10^{27}$ Candela. Temperatur und Druck sind in ihrem Innern so hoch, daß verschiedene Kernreaktionen spontan ablaufen können, unter denen die katalyt. Umwandlung von Wasserstoff in Helium (→ Atomenergie, → Kernreaktion) die für den Energiehaushalt der S. entscheidende Rolle spielt. Die bei diesen Prozessen als elektromagnet. Strahlung frei werdende Energie wird als sichtbares Licht abgestrahlt. Dieser Vorgang läuft fast unverändert seit mehreren Mia Jahren und wird sich nicht merklich ändern, solange der Wasserstoffvorrat der S. nicht aufgebraucht ist (noch etwa 10 Mia Jahre); $1 \text{ m}^2 \text{ S.-Oberfläche}$ leistet dabei rund 60000 kW.

Diejenige Schicht der S., in der die → Sonnenflecken sichtbar sind, heißt *Photosphäre*; sie zeigt eine körnige Struktur, die *Granulation*. Über der Photosphäre erstreckt sich bis 10000 km hoch die durchsichtige *Chromosphäre*; in ihr entstehen die meisten dunklen Fraunhoferschen Linien des S.-Spektrums. Untersuchungen der Chromosphäre haben ergeben, daß mit Ausnahme von Helium und Wasserstoff (die in der S. vorherrschend sind) die übrigen Elemente in ähnlichen Mengenverhältnissen auftreten wie auf der Erde. Man nimmt daher an, daß beide Himmelskörper gemeinsamen Ursprung haben. In der Nähe der S.-Flecken sind oft netzartige Lichtadern, die *S.-Fackeln*, zu beobachten. Sie sind Gebiete höherer Temperatur und gesteigerter Strahlung, bes. im Ultraviolett. Bei S.-Finsternissen werden die → Korona und die → Protuberanzen sichtbar.

Außer durch Wärme und Licht beeinflusst die S. die Erde noch in mannigfacher Weise. Ihre Anziehung gemeinsam mit derjenigen des Mondes ruft Ebbe und Flut in den Weltmeeren hervor. Die von der S. herausgeschleuderten geladenen Teilchen sind in unserer Atmosphäre die Ursache der → Polarlichter und → magnetischen Stürme. Auch die kurzwell. Strahlen von heißen, aus dem Sonneninneren hervorbrechenden Gasen, die man als „Eruptionen“ auf der S. beobachtet, haben elektr. Wirkungen (Ionisation) auf die Erdatmosphäre und beeinflussen den Rundfunkempfang (→ Schwunderscheinung). Endlich entstehen in der Korona elektromagnet. Wellen, die von Rundfunkgeräten empfangen und hörbar gemacht werden können.

Die Stellung der S. an der Sphäre dient zur Definition und Bestimmung der → Zeit (Sonnenzeit).

An mehreren Sternwarten wird die S.-Oberfläche, bes. die S.-Flecke, laufend überwacht. Die Ergebnisse werden als *Sonnenkarten* veröffentlicht. Die *Tageskarten* der S. geben die Verteilung der S.-Flecken, der Filamente und etwaige Eruptionen und die Form der inneren Korona an. Die *synopt. Karten* geben einen Überblick über die Vorgänge auf der ganzen S.-Oberfläche, meist für die Dauer einer Rotationsperiode von rund 26 Tagen. Astronom. Tafelwerke, die für jeden Zeitpunkt den Ort der S. angeben, heißen *Sonnenatafen*.

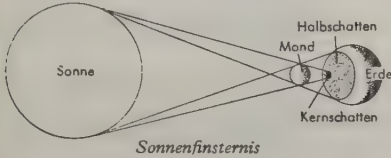
A. UNSÖLD: Physik der Sternatmosphären (*1955); H. SIEDENTOPF: Grundriß der Astrophysik (1950).

Sonnenbatterie, eine Silizium-Photozelle zur Umwandlung von Sonnenenergie in elektr. Energie, besteht aus dünnen Platten reinen Siliziums mit geringer Bor-Beimengung. Die Zelle liefert eine Spannung von 0,5 V bei 17 mA/cm^2 Oberfläche.

Sonnenbrenner, Basalte mit einem Gehalt an Nephelin und Analzim oder leicht zersetzbarem Glas, die beim Liegen in der Sonne graufleckig werden und zu körnigem Grus zerfallen.

Sonnenferne, das Aphel, → Apsiden.

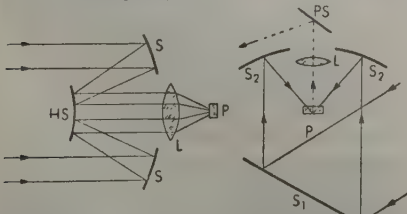
Sonnenfinsternis, teilweise (partielle) oder vollständige (totale) Bedeckung der Sonne durch den zwischen Erde und Sonne stehenden Mond. Die längste Dauer (8 min) hat eine totale S. bei Erdnähe des Mondes und gleichzeitiger Erdferne der Sonne. Eine *partielle S.* haben diejenigen Orte der Erdoberfläche, die im Halbschatten (Durchmesser etwa 0,5 Erdradien) des Mondes liegen, eine *totale S.* die Orte im Kernschatten; dieser ist kreisförmig begrenzt und hat einen maximalen Durchmesser bis 264 km. Er bewegt sich infolge der Bewegung des Mondes und der Erde und deren täglicher Dre-



hung mit einer Geschwindigkeit von rund 35 km/min in westöstl. Richtung über die Erdoberfläche und führt so zu der oft mehrere 1000 km langen *Totalitätszone*. Wenn Sonne und Mond so zueinander stehen, daß die Spitze des Kernschattens gerade die Erdoberfläche nicht mehr erreicht, tritt eine *ringförmige S.* ein. Eine S. entsteht wegen der Neigung der Mondbahn gegen die Ekliptik von 5° nur dann, wenn der Zeitpunkt des Neumonds mit dem eines Durchgangs des Mondes durch den Schnittpunkt seiner Bahn mit der Ekliptik (Knoten) nahe zusammenfällt.

Sonnenflecke, meist unregelmäßig begrenzte, im Kern (*Umbra*) völlig dunkel erscheinende Stellen der Oberfläche der → Sonne von etwa 1000–100000 km Durchmesser. Sie sind von einem helleren Saum (*Penumbra*) mit radialer Struktur umgeben, die oft eine Wirbelbewegung andeutet. Das schwarze Aussehen der Umbra ist ein Kontrastphänomen, denn die Temperatur ist dort nur etwa 1000° niedriger, die Strahlung um 50 % geringer als in der hellen Umgebung. Die S. haben im Mittel eine 11,2-jährige Periode; sie besitzen Magnetfelder bis 5000 Gauß.

Sonnenkraftanlagen nutzen die Sonneneinstrahlung (bei vollem Sonnenschein und senkr. Einfall $1,2 \text{ cal/min} \cdot \text{cm}^2 = 1 \text{ kW/m}^2$) als Energiequelle aus. Parabolspiegel sammeln die Sonneneinstrahlung im Brennpunkt, wo punkthaft 3000° C erreicht werden (Arizona, Mt. Louis/Pyrenäen, Algerien, Taschkent). Die Energie wird zur Salzwasserddestillation, zur Kunststoffherstellung, zum Schmelzen von Metallen usw. verwertet. Da Parabolspiegel teuer sind, erstrebt man ihren Ersatz durch Planspiegelaggregate, die dem Sonnengang automatisch folgen. (BILD)



Sonnenkraftanlagen: links Schema eines einfachen, rechts eines verbesserten Sonnenofens; L Linse, P Präparat, S Hauptspiegel, HS Hilfsspiegel, PS Projektionsvorrichtung zur Beobachtung des Präparats, S₁ ebener Spiegel, S₂ Sammelspiegel (nach R. Straubel aus Umschau, 1953).

Sonnennähe, das Perihel, → Apsiden.

Sonnenscheinmesser (TAFEL Wetterkunde), ein Gerät zur Messung der täglichen Dauer des Sonnenscheins. Der gebräuchlichste S. (*Campbell-Stokes*) besteht aus einer homogenen Glaskugel in einem Gestell, in das ein Pappstreifen mit einer Stunden-einteilung eingeschoben wird. Gemessen wird die Länge der Brandspuren.

Sonnensystem (TAFEL Sonne und Sonnensystem), *Planetensystem*, die Gesamtheit der dauernd der Anziehung der Sonne und der Planeten unterworfenen Körper: 9 → Planeten, 31 → Monde, etwa 50000 → Planetoiden, ferner → Kometen, → Meteore, → Sternschnuppen und die Materie des → Zodiakallichts. Diese Körper bewegen sich nach den Keplerschen Gesetzen um den jeweiligen Schwerpunkt. Die Bahnen der Planeten sind außer bei Merkur und Pluto fast kreisförmig. Die Gesamtmasse der umlaufenden Körper des S. beträgt etwa 1,36 Tausendstel der Sonnenmasse. Damit liegt der Schwerpunkt des S. in der Sonne, während der Drehimpuls fast ganz bei den Planeten, bes. bei Jupiter, liegt.

Über die Entstehung des S. gibt es verschiedene Theorien; wahrscheinlich hat es sich vor etwa $3 \cdot 10^4$ Jahren unter der Wirkung von Rotation und Turbulenz aus einer Wolke ungeformter kosmischer Materie entwickelt. Das S. bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 20 km/s in Beziehung auf die umgebenden Fixsterne in Richtung auf das Sternbild des Herkules; mit seiner näheren Umgebung kreist es in 220 Mio Jahren um den Mittelpunkt des Milchstraßensystems mit 275 km/s Geschwindigkeit. BILD S. 524, ÜBERSICHT Planeten S. 426.

J. HERMANN: Astronomie (*1960).

Sonnenuhr, ein Zeitmesser, der aus der Lage des Schattens eines von der Sonne beschienenen Stabes die wahre Ortszeit erkennen läßt. Der Stab muß parallel der Erdachse gerichtet sein; der Neigungswinkel gegen die Ebene des Horizontes ist gleich der geograph. Breite des Aufstellungsortes.

Sonnenweite, *Erdeweite*, die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne, 149 504 000 km.

Sonnenwenden, *Solstitien*, die Umkehr in der Deklinationsbewegung der Sonne, die am 22. Juni (Sommeranfang) bei der größten nördl. Deklination und am 22. Dezember (Winteranfang) bei der größten südl. Deklination der Sonne eintritt. Zur Zeit der *Sommer-S.* sind die Tage auf der Nordhalbkugel am längsten, zur Zeit der *Winter-S.* am kürzesten. Auf der Südhalbkugel ist es umgekehrt.

Sonnenzeit, die durch den Stundenwinkel der Sonne gemessene → Zeit, beginnend mit 0 Uhr im Augenblick der unteren Kulmination der Sonne bis 24 Uhr im Augenblick der nächstfolgenden unteren Kulmination, so daß beim Durchgang durch den Meridian in oberer Kulmination 12 Uhr oder Mittag ist. Einem Fortschreiten des Stundenwinkels um 15° entspricht 1 Stunde.

Sorbinsäure, $\text{CH}_2=\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$, organ. Verbindung aus Ebereschenebeeren, Pfämen, Kirschen, auch synthetisch herstellbar; dient wegen ihrer Wirkung gegen Bakterien, Schimmelpilze und Hefen als unschädliches Konservierungsmittel.

Sorbit, 1) CHEMIE: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (CHOH)₄ · CH_2OH , ein kristallisierter, sechswertiger Alkohol, ein Hexit, entsteht bei der Reduktion von Glukose und Fruktose. S. ist im Saft der Vogelbeeren enthalten; durch bakterielle Oxydation wird → Sorbose gebildet. 2) ein bei der Vergütung des Stahls entstehendes Gefüge.

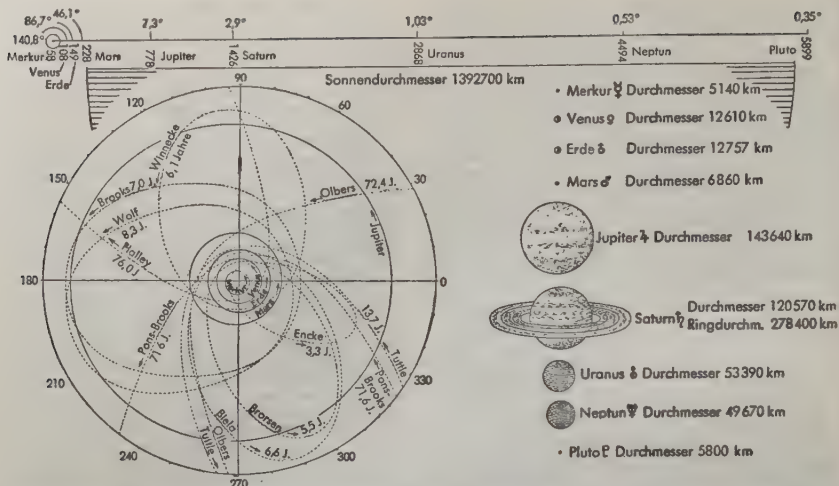
Sorbose, *Sorbinose*, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, eine der Fruktose stereoisomere Zuckerart (→ Sorbit).

Sortiermaschine, → Lochkarte.

Sorxlet-Apparat, ein Laboratoriumsgerät zur analyt. Bestimmung einer Substanz durch → Extraktion. Der Dampf eines in einem Kolben siedenden Lösungsmittels wird in einem Rückflußkühler kondensiert. Das abtropfende Kondensat durchdringt das Extraktionsgut, belädt sich mit den lösl. Anteilen und wird automatisch über ein Heberrohr in den Kolben abgesaugt, sobald es im Extraktionsraum eine bestimmte Höhe erreicht hat.

Sozialsekrete, → Pheromone.

Spachtel – spannen



Sonnensystem: oben Entfernung der Planeten von der Sonne (in Mio km) und Angabe des zurückgelegten Bogens in einem Merkurjahr (88 Tage); rechts Größenverhältnisse der Planeten im Vergleich zum Sonnendurchmesser; links das Sonnensystem mit den Bahnen der Planeten und der wichtigsten Kometen mit Angabe ihrer Umlaufzeit.

Spachtel, Spatel, Werkzeug zum Auftragen oder Abkratzen von Farben, Gips, Mörtel usw.

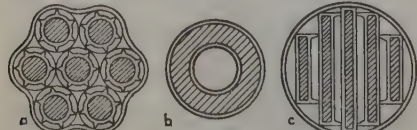
Spaltbarkeit, die Teilbarkeit vieler Kristall- und Mineralarten nach parallelen ebenen Flächen. Höchst vollkommen spaltbar sind die meisten Glimmer, vollkommen Kalkspat, Flußspat, Steinsalz (parallele Würfelflächen).

Spaltflügel, → Schlitzflügel.

Spaltkammer, Zählrohr oder Ionisationskammer mit einer Schicht aus spaltbarem Uran auf der Kathode, meist als Neutronenzähler benutzt. Die einfallenden Neutronen werden durch die sehr energiereichen Spaltprodukte nachgewiesen, die ihrerseits starke elektr. Impulse auslösen.

Spaltklappe, die Fläche am Tragflügel eines → Flugzeugs, die beim Flug ausgeschlagen werden kann. Hierbei entsteht ein Spalt zwischen Klappe und Haupttragflügel, durch den Luft von der Unterseite zur Oberseite des Tragflügels überströmt, wodurch das frühzeitige Abreißen der Strömung verhindert wird. Infolgedessen sind größere Anstellwinkel und damit eine Auftriebssteigerung möglich.

Spaltstoff, der für → Kernspaltungen in techn. Maßstab verwendete Stoff. **Spaltstoffelement**, Brennstoffelement, Anordnung des S. in heterogenen Reaktoren. Verwendet wird der S. in metallischer Form, neuerdings als Oxid oder Karbid, wobei außer auf die kernphysikal. Eigenschaften auf guten Wärmeübergang geachtet werden muß. Der S. wird von einer meist sehr dünnen Hülle (Canning) aus Aluminium, Zirkonium oder rostfreiem Stahl umgeben,



Spaltstoffelemente: a stabförmig mit gewendelten Längsrippen, b rohrförmig, c plattenförmig

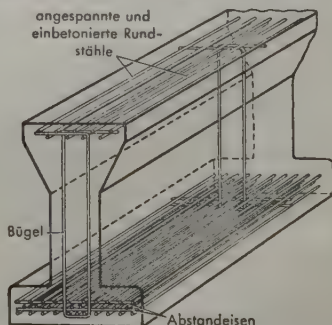
um Reaktionen zwischen Kühlmittel und S. zu verhindern und die gasförm. Spaltprodukte zurückzuhalten. Angewendet werden zylindr. Stäbe, Rohre und Platten, die oft zu gitterförmigen Elementen zusammengeschweißt werden.

spanabhebende Formung, **spanende Formung**, diejenigen Bearbeitungsverfahren, bei denen die Form eines Werkstückes durch Abnehmen von Spänen erzeugt wird: Drehen, Hobeln, Fräsen, Bohren, Gewindeschneiden, Schleifen, Räumen.

Spanholz, der aus Holzspänen hergestellte → Holzspanwerkstoff.

spanlose Formung, diejenigen Bearbeitungsverfahren, bei denen das Werkstück ohne Abtrennen von Spänen warm oder kalt geformt wird, z. B. durch Gießen, Lochen, Ausschneiden, Schmieden, Walzen, Prägen, Biegen.

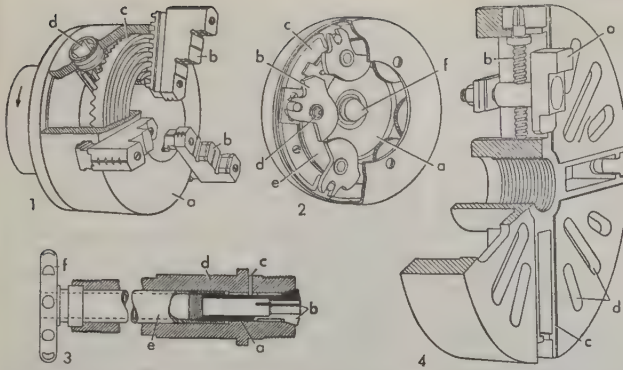
Spannbeton, eine Bauweise, bei der Betonkörper im unbelasteten Zustand künstlich vorgespannt werden, meist durch angespannte Zuglieder (z. B. Drähte, Stäbe, Seile) im Beton oder dadurch, daß



Spannbeton: Profil eines Stahlsaitenbetonbalkens

unbewehrter Beton zwischen festen Widerlagern mit hydraul. Pressen in Spannung versetzt wird. Wesentlich ist, daß vor Aufbringen der Gebrauchslasten vorgespannt wird, so daß sich die Vorspannung während der Belastung ganz oder z. T. abbaut und nach Entlastung wieder einstellt. (→ Stahlbeton) F. LEONHARDT: S. für die Praxis (1962); I. HAHN: S. (1960).

spannen, das Befestigen eines Werkstückes im Werkstückspanner oder eines Werkzeuges im Werkzeugspanner zur Bearbeitung von Hand oder auf



spannen: 1 Dreibackenfutter; a Gehäuse, b Backen, c Kronenrad mit Plangevinde, d Ritzel mit Vierkantloch für Schlüssel. 2 Mitnehmerscheibe; a Mitnehmerflansch, b Mitnehmerbacke, c Außenring, d Drehbolzen, e Schweberring, f Spitze. 3 Spannzanze; a Spannzanze, b Schlitz, c Führungsstift, d Hauptspindel, e Spannhülse, f Handrad. 4 Planscheibe; a Spannkolben, b Stellspindel, c Spannkolbenführung, d Spannschlitz.

Werkzeugmaschinen. Wichtige Spannvorrichtungen sind: die Planscheibe, eine Scheibe, die an der Arbeitsspindel der Drehbank angebracht wird und mit radial einzeln verschiebbaren Klauen das Werkstück festhält; das Backenfutter als Zwei-, Drei- oder Vierbackenfutter, dessen Spannbacken das Werkstück umfassen; die Spannzanze (Zangenfutter), eine geschlitzte Buchse, die durch Kegelwirkung radial zusammengedrückt wird; die Magnetspannplatte, die kleinere Werkstücke magnetisch festhält.

Spannhülse, 1) ein Spannstift größeren Durchmessers zur Fixierung von Maschinenteilen, bes. zur federnd nachgiebigen Befestigung von Zahnkränzen bei Getrieben mit Leistungsverzweigung.

2) eine geschlitzte Buchse mit zylind. Bohrung und Außenkonus zur Befestigung oder Montageerleichterung beim Einbau von Wälzlagern (Druckölverfahren).

DIN 5415, DIN 5416.

Spannstift, ein wie der Zylinder-Kerbstift verwendetes geschlitztes Rohr aus Federstahl, das außen an einem Ende zur Montageerleichterung mit einer Fase versehen ist.

Spannung, 1) MECHANIK: die dem Flüssigkeits- oder Gasdruck entsprechenden, im allgemeinen nicht isotrop auf die Flächeneinheit bezogenen Reaktionskräfte in elastischen Körpern bei Verformung durch äußere Kräfte. Der Spannungszustand eines Körpers wird durch sechs Zahlen vollständig beschrieben (**Spannungstensor**): den 3 in Richtung der Flächennormalen der Koordinatenebenen fallenden **Normalspannungskomponenten** und den 3 **Schubspannungskomponenten**, die in der Ebene der Flächenelemente wirken (→ Elastizität).

2) ELEKTROSTATISCH: in elektrost. und langsam veränderlichen elektr. Feldern die zwischen 2 Punkten des Feldes herrschende Potentialdifferenz (→ Potential); sie ist gleich der Arbeit, die aufgewendet werden muß, um die Einheit der Ladung von einem Punkt des Feldes zum anderen zu bewegen. In schnell veränderl. Feldern verliert der Spannungsbegriff seinen Sinn, da das über einen geschlossenen Weg berechnete Feldstärkeintegral (elektr. Rand-S.) gleich der zeitl. Änderung des magnet. Flusses ist (Induktionsgesetz). Die entsprechende Integration im magnet. Feld (magnet. Rand-S.) ergibt den gesamten, die umschlossene Fläche durchsetzenden elektr. Strom mit Einschluß des Verschiebungstromes (Ampèresches Verketzungsgesetz). Die Maßeinheit der elektr. S. ist das → Volt. Messung → Spannungsmesser, → magnetische Messungen.

Spannungssakustik, ein Verfahren zum Feststellen von mechan. Spannungen, auch bei eingebauten Bau- und Maschinenteilen durch Einleiten von Ultraschallwellen. Aus dem Verhalten der Schallgeschwindigkeiten kann man auf die Spannungen und Belastungen schließen.

Spannungskoeffizient, das Verhältnis der durch die Temperaturerhöhung eines Gases um 1°C bewirkten Druckerhöhung zu dem Druck dieses Gases bei 0°C; ist bei idealen Gasen $1/273,16$.

Spannungsmesser, 1) elektr. S., Voltmeter, Meßgerät zum direkten Messen und Anzeigen der elektr. Spannung in Volt. Es werden grundsätzlich, jedoch mit anderen Widerstandswerten, gleichartige Geräte benutzt wie

als → Strommesser. Zum Anpassen an den Meßbereich werden Vorwiderstände eingebaut. Für Sonderzwecke werden Elektrometer und Röhrevoltmeter verwendet. Ein S. oder die Primärwicklung seines Spannungswandlers (→ Meßwandler) wird zwischen die Punkte geschaltet, zwischen denen die zu messende Spannung besteht (Bild 1). Für Spannungen über 600 V werden Dreheiseninstrumente nur über Wandler angeschlossen (Bild 2); Drehschaltinstrumente (Prüfspannung 2 kV) können für Gleichspannung in einer Spannungsteilerschaltung nach Bild 3 bis 15 kV verwendet werden.

2) mechanisch. S., der → Dehnungsmesser.

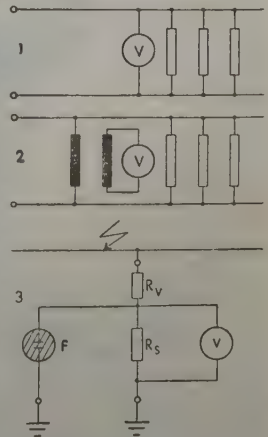
Spannungsoptik, ein Verfahren zur Spannungsermittlung in Bauteilen mit verwickeltem Spannungszustand. Modellkörper aus spannungsoptisch aktiven Werkstoffen (doppelbrechend) werden wie das Originalbauteil belastet. Bei durchscheinendem Licht erkennt man bei bestimmten Beobachtungsbedingungen Linien verschiedener Art (Isoklinen, Isochromaten), aus denen sich das Spannungsfeld berechnen läßt.

Spannungsprüfer, → Doppelbrechung.

Spannungsregelröhre, Stabilisator, eine mit Edelgas gefüllte Kaltkathoden-Glimmentladungsröhre, deren

Brennspannung in weiten Grenzen unabhängig vom Strom ist. Die S. wird über einen Vorwiderstand an die zu regelnde Spannung gelegt. Etwaige Änderungen der Speisepannung treten im wesentlichen nur am Vorwiderstand auf.

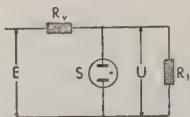
Spannungsreihe, eine Reihenanordnung der Metalle nach wachsenden elektr. Spannung bei einheitlicher Meßanord-



Spannungsmesser: R_v Vorwiderstand, R_s Schutzwiderstand, F Schutzfunkenstrecke.

Spannungssucher – Spektralapparate

nung. 1) Die **thermoelektr.** S. entsteht durch Messung der Thermokräfte der Metalle gegen ein Bezugsmetall, wobei die Temperatur der einen Lötstelle konstant gehalten wird (z. B. 0°C). Mit Kupfer als Bezugsmetall ergibt sich gegen 0°C folgende Reihe: Sb (32), Fe (13,4), Sn (0,3), Au (0), Cu (0), Ag (-0,2), Pb (-2,8), Al (-3,2), Pt (-5,9), Hg (-6,0), Ni (-20,4), Bi (-72,8). Die Zahlen in Klammern geben die Thermospannung in μV bei 1°C Übertemperatur der 2. Lötstelle an.



Spannungsregelröhre: Schaltung; R_v Vorwiderstand, E zu regelnde Spannung, R_l Belastungswiderstand, U gemessene Spannung, S Spannungsregelröhre.

2) Die **S. der chem. Elemente** (Voltasche S.) ist auf die Normalwasserstoffelektrode bezogen; man erhält sie, wenn man ein Element als Elektrode in eine Lösung taucht, die 1 g-Ion des Elementes im Liter enthält. Die S. der Metalle ist: K, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Fe, Cd, Ni, Sn, Pb, H, Sb, As, Cu, Ag, Hg, Au, Pt. Die ersten Metalle der S. sind die stärksten Reduktionsmittel und werden selber leicht oxidiert (*unedle Metalle*); die am Ende stehenden Metalle werden nur schwer oxidiert (*edle Metalle*). Jedes Element könnte an alle rechts neben ihm stehenden Elemente Elektronen abgeben, d. h. aus seiner Salzlösung das Metall abscheiden. Das Bestreben eines Metalls, in seinen Elektronenzustand überzugehen, bezeichnet man als **Elektroaffinität**. Die S. der Nichtmetalle ist: S, F, Br, Cl, F.

J. EGGERT, L. HOCK u. G.-M. SCHWAB: Lehrbuch d. physikal. Chemie in elementarer Darstellung (1959).

Spannungssucher, elektr. Gerät mit metall. Tastspitze und isoliertem Griffteil. Bei Anlegen der Spitze an eine Spannung zwischen 100 und 500 V fließt durch den Körper ein durch einen Hochohmwiderstand begrenzter, sehr geringer Strom, der eine Glühlampe zum Aufleuchten bringt.

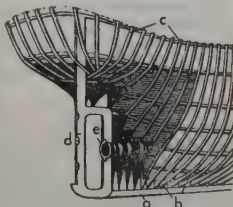
Spannungswandler, → Meßwandler.

Spannweite, bei BRÜCKEN, TRÄGERN u. ä. auch **Stützweite**, der Abstand der Auflager voneinander, bei FLUGZEUGEN die Entfernung zwischen den äußersten Enden der Tragflügel.

Spannwerk, **Speichergetriebe**, ein willkürlich lösbares → Sperrgetriebe, bei dem ein Spannstück gegen eine Kraft (z. B. Feder) gespannt und mit Gesperre verriegelt wird.

Spanplatte, ein durch Verleimung von Holzspänen oder Spänen aus verholzten Rohstoffen hergestellter plattenförmiger Holzwerkstoff.

Spant, **FLUGZEUG- und SCHIFFBAU**: gebogener Träger aus Holz oder Metallprofilen zur Querversteifung u. Formhaltung. **Spantenriß**, **Spantenplan**, der → Linienriß.



Spant: a Kiel, b Bodenwangen, c Spanten, d Hintersteven, e Steuerrohr.

Sparren, → Dach.

Sparte, $\text{C}_{12}\text{H}_{28}\text{N}_2$, ein in verschiedenen Ginstertypen enthaltenes öliges, sehr bitteres Alkaloid, das in großen Dosen lähmend wirkt ähnlich wie → Curare. S.-Sulfat dient als Herzanregungsmittel.

Spatiographie, die topologische Beschreibung des Raumes außerhalb der Erde, z. B. des interplanetar. Raumes und der Oberflächen anderer Planeten.

Speckstein, Mineral, → Talk.

Speicherringsystem, bei Teilchenbeschleunigern eine Anordnung von zwei Magnetringen mit Vakuumkammern wie bei einem → Synchrotron, jedoch ohne Beschleunigungsstrecken. Die Ringe berühren sich tangential. Bei fest eingestelltem Magnetfeld können energiereiche Teilchen, z. B.

Protonen oder Elektronen, mit konstanter Geschwindigkeit für längere Zeit in jedem der Ringe umlaufen, und zwar so, daß sie sich an der Berührungsstelle begegnen. Die beiden Ringe werden von einem benachbarten Synchrotron gefüllt, wobei umlaufende Ströme von 10–100 Ampere erreichbar sein sollten. An der Berührungsstelle gibt es Zusammenstöße mit einer Energie, die doppelt so groß ist wie die Energie der umlaufenden Teilchen.

Speicherwerk, → Rechenautomat.

Speigatt, ein Loch in der Außenhaut eines Schiffes über der Wasserlinie, durch das eingedringenes Wasser abfließen kann.

Seise, Arsenide, die als Zwischenprodukt bei der Metallgewinnung auftreten. **Glocken-S.** → Glocke.

Seisewasser, das einem Dampfkessel zugeführte gereinigte Wasser. → Wasserreinigung

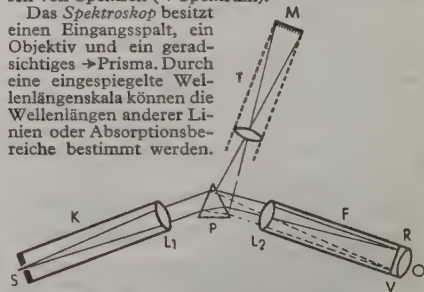
Speiskobalt, kubisches, zinnweißes bis graues Mineral CoAs_2 bis CoSb_2 (*Skutterudite*); isomorph ist *Chloanthit*, NiAs_2 bis NiSb_2 ; wichtige Kobalt- und Nickelzerle.

Spektralanalyse, Verfahren zum Nachweis und zur Mengenbestimmung chemischer Elemente aus ihrem → Spektrum. Zur **Emissions-S.** wird die Substanz mit Gasflamme, Lichtbogen oder Funkenentladung zur Lichtemission angeregt. Gasförmige Substanzen werden in Entladungsröhren elektr. Entladungen ausgesetzt. Bei der **Absorptions-S.** werden die durch ein flüssiges Medium absorbierten Strahlen gemessen. Den Nachweis der Metalle auch in kleinsten Mengen ermöglicht die **qualitative S.** Bei der **quantitativen S.** lassen sich durch genaue Messung der Linienschwärzung die Elemente quantitativ bestimmen.

W. SEITH u. K. RUTHARDT: Chemische S. (1958).

Spektralapparate (TAFEL Spektren und Spektralapparate), opt. Geräte zum Erzeugen und Messen von Spektren (→ Spektrum).

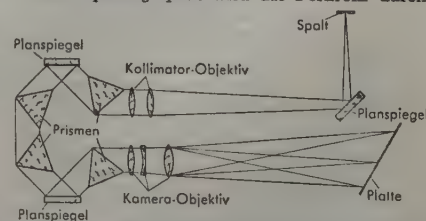
Das **Spektroskop** besitzt einen Eingangsspalt, ein Objektiv und ein gerad-sichtiges → Prisma. Durch eine eingespiegelte Wellenlängenskala können die Wellenlängen anderer Linien oder Absorptionsbereiche bestimmt werden.



Spektralapparate 1: Spektrometer mit Wellenlängenskala (M); F Fernrohr, K Kollimatorrohr, L₁ Kollimatorlinse, P Prisma, L₂ Abbildungslinse, O Okular, RV Spektrum von Rot nach Violett, S Spalt, T Tubus.

Das **Spektrometer** besteht aus Kollimator (→ Kollimation) mit dem verstellbaren Eintrittsspalt in der Brennebene eines Objektivs, dem Meßfernrohr mit Fadenkreuz und Okular und einem dreh- und justierbaren Prismatisch zwischen beiden.

Beim **Spektrographen** wird das Fernrohr durch



Spektralapparate 2: Strahlengang in einem Quarzspektrographen

eine Kamera ersetzt. Um das Spektrum auseinanderzuziehen, benutzt man mehrere Prismen und zum Messen ultravioletter Spektren dafür durchlässige Prismen und Linsen, z.B. aus Quarz (*Quarzspektrograph*). Für extrem kurzwelliges UV muß der Spektrograph evakuiert werden, um die Absorption durch Luft auszuschalten. *Gitterspektrographen* benutzen Reflexionsgitter, oft mit Spiegeloptik. Bei der Anordnung von ROWLAND dient das Gitter selbst als abbildender Hohlspiegel.

Der *Monochromator* trägt in der Brennebene des Fernrohrobjektivs einen verstellbaren Austrittsspalt, der die Aussonderung einer Linie oder eines sehr schmalen Spektralbereiches gestattet. S. zur Untersuchung ultraroter Spektren sind Monochromatoren mit Spiegeloptik und Prismen aus für Ultrarot durchlässigen Kristallen (z.B. Steinsalz) oder Gittern. Als Strahlenempfänger dienen Photozellen und, bes. für das Ultrarot, Thermoelemente und Bolometer.

Zur Untersuchung sehr kleiner Spektralbereiche, z.B. der Feinstruktur von Spektrallinien und des Zeemaneffektes, dienen *Interferenz-Spektrometer*, bei denen viele Teilbündel eines Strahlenbündels zur Interferenz gebracht werden. Dazu verwendet man: Vielfach-Reflexionen zwischen zwei wenig durchlässig verspiegelten Planplatten (*Fabry-Perot-Etalon*); Vielfach-Reflexionen zwischen einer wenig geneigten Planplatte (→ Lummer-Gehrke-Platte); einen Satz stufig zusammengesprengter Glasplatten (*Stufengitter* von MICHELSON).

Ferner → Hochfrequenzspektroskopie; *Röntgen-spektroskopie* → Röntgenstrahlen.

F. KOHLRAUSCH: Prakt. Physik, 1 (19160); Hb. der Physik, hg. v. S. FLÜGGE, Bd. 27 (in Vorb.) u. Bd. 28 (1957).

Spektralklassen, die auf Grund der Spektren der → Sterne gebildeten Klassen.

Spektrallinien, die schmalen, einer einzigen Wellenlänge entsprechenden Spaltbilder im → Spektrum. In Spektralapparaten hoher Auflösung werden viele Linien, die bei geringer Auflösung als einfache Linien (*Singulett*) erscheinen in Doppel- (*Dublett*), Dreifach- (*Triplett*) oder Mehrfachlinien (*Multipllett*) aufgelöst (→ Feinstruktur, → Hyperfeinstruktur). Jede einfache S. wird darüber hinaus noch durch magnet. (→ Zeemaneffekt) und elektr. (→ Starkeffekt) Felder aufgespalten.

Spektralphotometrie, die photometr. Messung einer wellenlängenabhäng. opt. Größe in engen Spektralbereichen. *Spektralphotometer* vereinigen einen Monochromator mit einem Photometer.

G. KORTÜM: Kolorimetrie, Photometrie u. Spektrometrie (1962).

Spektroheliograph, ein Gerät zur Photographie, *Spektrohelioskop*, ein Spektroskop zur unmittelbaren Beobachtung der Sonnenoberfläche im Licht einer Fraunhoferschen Absorptionslinie.

Spektrum (TAFEL Farbe), urspr. das farbige Lichtband, das entsteht, wenn Sonnenlicht durch einen Spalt und ein Glasprisma auf einen Schirm fällt (→ Dispersion). Die im Sonnenlicht sich zu Weiß ergänzenden Farben sind durch verschieden starke Brechung der den Farben zugeordneten Wellenlängen nebeneinandergelagert. Da im Sonnenlicht alle Wellenlängen des sichtbaren Bereichs vorkommen, entsteht ein ununterbrochenes Band (*kontinuierliches S.*). Verwendet man einfacher zusammengesetztes Licht (z.B. glühenden Natriumdampf), so erhält man einzelne diskrete Spaltbilder (*Linien-S.*). Jedes einzelne Spaltbild hat eine charakteristische Farbe (*Spektralfarbe*), deren Farbvalenz der Wellenlänge zugeordnet ist, mit der das Spaltbild entworfen ist. Außer diesen Dispersions-S. ist vor allem das durch → Beugung erzeugte wichtig.

Das S. ist nicht auf das Sichtbare beschränkt; allgemein versteht man unter S. die Folge aller Wellenlängen, die in einer Strahlung vertreten sind. Das *Ultraviolett-S.* kann man photographisch nachweisen oder durch Fluoreszenz sichtbar machen, das *Ultrarot-S.* ist zuerst durch die (von jeder Strahlung bei Absorption) erzeugte Wärme nachgewiesen worden. Ebenso spricht man vom *Röntgen-S.*, *Gamma-*

strahl-S., *Mikrowellen-S.*, allgemein vom *Gesamt-S.* der elektromagnet. Wellen, von dem das sichtbare S. und die sich daran in Richtung zunehmender und abnehmender Wellenlängen anschließenden S. jeweils nur Teilbereiche sind.

Feste Stoffe, die infolge hoher Temperaturen leuchten (Temperaturstrahler), zeigen ein kontinuierliches S. Zum Leuchten angeregte Gase und Dämpfe zeigen im allgemeinen ein Linien-S.; liegen die Linien gruppenweise sehr dicht, so spricht man von einem *Banden-S.* (→ Molekül). Die Linien sind für den strahlenden Körper kennzeichnend und erlauben daher eine Identifizierung (→ Spektralanalyse). Die Stoffe zeigen jedoch verschiedene Linien je nach den Anregungsbedingungen; man unterscheidet daher *Bogen-S.*, *Funken-S.*, *Flammen-S.* Da nach dem Kirchhoffschen Gesetz ein Körper diejenige Strahlungsart absorbiert, die er bei Anregung emittiert, erhält man in einem kontinuierl. S. dunkle Linien (*Absorptions-S.*), wenn man in den Strahlengang den zu untersuchenden Stoff in gelöstem oder gasförmigem Zustand bringt (*Lösungs-S.*, *Gas-S.*). Die *Fraunhoferschen Linien* im Sonnenspektrum sind solche Absorptionslinien.

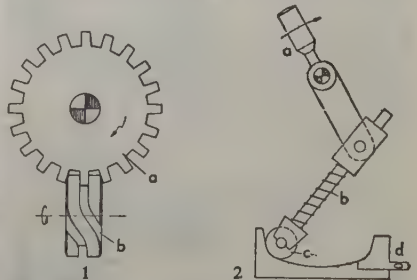
PHYSIKALISCHE ENTSTEHUNG DER S. → Atomphysik, → Molekül, → Serie, → Quantentheorie.

GERÄTE zur Beobachtung, Ausmessung und Aufzeichnung von S. sind die → Spektralapparate.

Außer im Bereich elektromagnet. Wellen spricht man insbes. von *Klang- oder Schall-S.* (→ Schallanalyse), auch von *Geschwindigkeits- und Energie-S.* schneller Teilchen, ferner von *Massen-S.* (→ Massenspektrograph).

Lehrbücher der Physik; F. KOHLRAUSCH: Prakt. Physik, 1 (19160).

Sperrgetriebe enthalten als wesentl. Bestandteil Gesperre, die mit einem *Sperrer* die gegenseitige Be-



Sperrgetriebe: 1 a Schalttrah, absatzweise bewegt, b Triebkurve, gleichförmig unlaufend. 2 Sprungschalttrah mit kraftschlüssiger Sperrung der Endlagen; a Handhebel, b Feder, c Schaltstück, d zwei parallel liegende Kontakte.

weglichkeit zweier dreh- oder schiebbar miteinander verbundener Glieder sperren. Unterschieden werden → Schaltgetriebe sowie Hemmwerke, Fangwerke, → Sprungwerke und → Spannwerke.

Sperrholz, ein → Lagenholz aus Schälfrümmern, die mit gekreuzter Faserrichtung übereinander verleimt werden.

Sperrhorn, *Bankhorn*, ein kleiner Amboß für leichte Schmiebearbeiten.

Sperrkreis, *FUNKTECHNIK*: ein auf eine bestimmte Frequenz abgestimmter → Schwingungskreis zum Unterdrücken dieser Frequenz.

Sperrschwinger, → Kipperschwingungen.

Sperrstoffe sollen Bauwerkstoffe gegen chem. Angriff und Witterungseinflüsse (Feuchtigkeit) schützen. Sie werden als Anstrich aufgebracht (Bitumen, Teer, Silikofluoride, Paraffin, Kunstharze u. a.), dem Beton oder Mörtel zugesetzt (*Sperrzusätze*, z.B. Traß, Puzzolane) oder als *Sperrbahnen* in die Mauer eingefügt. (→ Baustoffe)

spezifische Ladung, das Verhältnis *e/m* der Ladung *e* zur Masse *m* atomarer Teilchen.

spezifische Lichtausstrahlung – Spiegelung

spezifische Lichtausstrahlung, LICHTTECHNIK: der von der Flächeneinheit eines Strahlers ausgesandte Lichtstrom, wird in $\rightarrow$ Phot gemessen.

spezifischer Widerstand, eine Materialkonstante ρ zur Berechnung des elektr. $\rightarrow$ Widerstandes R eines Leiters mit Hilfe von $R = \rho \cdot l/q$ (l = Länge und q = Querschnitt des Leiters).

Metalle bei 20°C	spez. Widerstand in $10^{-6} \Omega m$	Stoff bei 20°C	spez. Widerstand in Ωm
Silber	0,015	Konstantan ..	$0,50 \cdot 10^{-6}$
Kupfer	0,016	Graphit	$13 \cdot 10^{-6}$
Aluminium ..	0,024	Glas	$10^{11} \dots 10^{13}$
Eisen	0,10	Hartgummi ..	$10^{13} \dots 10^{16}$
Blei	0,19	Bernstein ..	$> 10^{16}$

spezifisches Gewicht, $\rightarrow$ Dichte.

spezifische Wärme, die Wärmemenge, die zugeführt werden muß, um 1 g eines Stoffes um 1°C zu erwärmen.

Sphäre, Kugel, bes. das Himmelsgewölbe.

sphärisch heißt eine Figur, die auf der Oberfläche einer Kugel durch Bogen größter Kreise gebildet ist.

sphärische Aberration, $\rightarrow$ Abbildungsfehler.

Sphäroid, die mathematisch darstellbare Gestalt des Erdkörpers, eine durch die Rotation an den Polen abgeplattete Kugel. Unter Berücksichtigung der Schwereverteilung auf der Erdoberfläche erhält man das *Niveau-S.*, das dem $\rightarrow$ Geoid sehr nahe kommt; bei der Annahme gleicher Trägheitsmomente auf die äquatorialen Achsen ergibt sich das *Normal-S.*

Sphärolith, kugelförmiges, radialstrahliges Aggregat nadeliger Kristalle, bildet sich meist bei der Entglasung, z.B. von jungen Ergußgesteinen.

Sphärometer, Gerät zum Messen des Krümmungsradius von Kugelkalotten, z. B. bei opt. Linsen, meist durch Messen der Pfeilhöhe mit dem Mikrometer oder dem optisch abgelesenen Maßstab über bekanntem Grundkreis; ausgeführt mit Auflagering (*Ring-S.*) oder als ein in Spitzen oder Kugeln endendes Dreibein. Messungen höchster Genauigkeit führt man mit rein optischen S. aus.

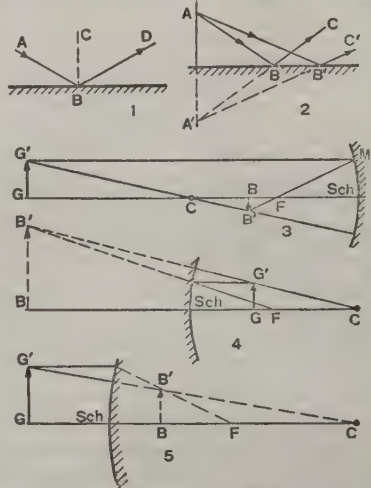
H. NEUMANN-LEZUIS: Hb. der feinmechanisch. Technik (1952).

spicken, SPINNEREI: das Einölen oder Schmelzen der Wolllhaare. *Spicköle*, *Spinnöle*, *Schmälzöle* sind meist Pflanzen- oder Mineralöle.

Spiegel, eine glatte Fläche, die einen wesentlichen Teil des auffallenden Lichtes zurückwirft, $\rightarrow$ Reflexion. Der *Plan-S.* dient in der Optik zur Knickung eines Strahlenganges. *Hohl-S.* und *Konvex-S.* werden zu opt. Abbildungen in der gleichen Art wie Linsen oder als Teil eines opt. Systems benutzt, z.B. bei astronom. Fernrohren, Spektralapparaten und photograph. Fernobjektiven. *Parabol-S.* werden vor allem für Scheinwerfer, *elliptische S.* als Kondensoren in Kinoprojektoren verwandt.

HERSTELLUNG, *Glas-S.* werden heute durchweg durch chem. Niederschlag einer Silberschicht auf die Glasfläche hergestellt. Dazu werden eine Lösung aus Silbernitrat und Ammoniak und eine andere aus Seignettesalz, Zucker u. a. gemischt und auf die

Glasfläche gegossen und „geschaukelt“, wobei das Silber als feine kontinuierliche Haut ausfällt. Sie kann galvanisch verstärkt und z. B. durch Verkupfern bräunlich getönt werden. Abschließend wird



Spiegel: 1 Reflexionsgesetz; AB einfallender Strahl, BC Flächenlot, BD reflektierter Strahl. 2 Spiegelbild A' eines leuchtenden Punktes A. 3 Konstruktion des Bildes BB' eines Gegenstandes GG' am Hohlspiegel; Sch Spiegelschicht. 4 Konstruktion des Bildes BB' eines innerhalb der Brennweite F sch gelegenen Gegenstandes GG' . 5 Konstruktion des Bildes BB' eines Gegenstandes GG' am sphärischen Konvexspiegel.

die Rückseite durch einen Lacküberzug geschützt. S. für opt. Apparate werden heute durch Aufdampfen von Aluminium im Hochvakuum hergestellt.

Spiegeleisen, weißes Roheisen mit grobkristallinem, glänzendem („spiegelndem“) Bruch, dient als Manganträger bei der Stahlschmelzung.

Spiegelholz, *Spiegelfläche*, Bretter mit senkrecht zur Brettbreite stehenden, also in vollem Umfang sichtbaren Jahrlingen; werden beim Trocknen nicht hohl und verzieren sich nicht.

Spiegellineal, ein $\rightarrow$ Differenziergerät.

Spiegelnivellement, genaue Festlegung der Wasserspiegelinie in einem Fluß oder Kanal durch gleichzeitiges Einmessen an zahlreichen Punkten; zeigt im Ergebnis durch Brüche in der Gefällinie alle Unregelmäßigkeiten der Bettgestaltung und des Abflußvorganges auf.

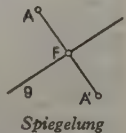
Spiegelreflexkamera, $\rightarrow$ Photographie.

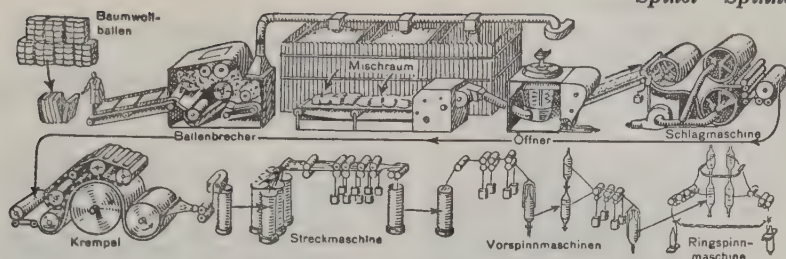
Spiegelteleskop, *Spiegelfernrohr*, ein $\rightarrow$ Fernrohr, bei dem ein meist parabolisch geschliffener Spiegel das Bild des Gegenstandes erzeugt, das nach Herausführung aus dem Tubus mit einem Okular betrachtet oder photographiert werden kann. Das größte S. mit 5 m Spiegeldurchmesser befindet sich auf dem Mt. Palomar in Kalifornien. Die $\rightarrow$ Abbildungsfehler der S. werden beim *Schmidt-Spiegel* ($\rightarrow$ Schmidt-Optik) vermieden.

Spiegelung, 1) OPTIK: $\rightarrow$ Reflexion.

2) GEOMETRIE: die S. an einer Geraden g ist eine $\rightarrow$ Abbildung der Ebene auf sich, bei der Punkt A und Bildpunkt A' insofern spiegelbildlich zueinander liegen, als ihre Verbindungsstrecke senkrecht auf dieser Geraden steht und von ihr im Punkt F halbiert wird (BILD). S. am Kreis (*Inversion*) $\rightarrow$ reziprok. – Im Raum spricht man analog von der S. des Raumes an einer Ebene oder an einer Kugelfläche.

3) *Spiegelungsebene*, $\rightarrow$ Kristall.





Spinnerei 1: Arbeitsgänge in der Baumwollspinnerei

Spiköl, das äther. Öl aus *Lavandula spica*, *vulgaris*, *latifolia* und Bastarden, wird für die Seifenparfümierung und in der Maltechnik gebraucht.

Spill, seemann. Gerät, Winde zur Kraftübertragung beim Ankerlichten (Anker-S.), oder zur Leinenbedienung (Verhol-S.).

Spin, Eigenschaft der Elementarteilchen, anschaulich vorstellbar als Drehimpuls einer Eigenrotation der Teilchen. Der S. des Elektrons beeinflusst in der Atomhülle die Wechselwirkung der Elektronen untereinander und verursacht die Feinstruktur der Spektren; er hat den Wert $\frac{1}{2} \hbar$ ($\hbar = h/2\pi$, h = Plancksche Konstante). Es ist üblich, den S. in Einheiten $\hbar$ anzugeben, d. h. dem Elektron den S. $\frac{1}{2}$ zuzuordnen. Der S. jedes Elementarteilchens ist für dieses kennzeichnend und eine Konstante. In der Natur sind bisher Teilchen mit S. = 0 (π -Mesonen), S. = $\frac{1}{2}$ (Elektronen, Nukleonen, μ -Mesonen und Neutrinos) und S. = 1 (Lichtquanten) nachgewiesen. K-Mesonen und Hyperonen ($\rightarrow$ Elementarteilchen, TABELLE) haben ebenfalls halb- oder ganzzahligen S. Nach der Quantentheorie kann sich z. B. ein Teilchen mit dem S. $\frac{1}{2}$ nur parallel oder antiparallel zu einer Vorzugsrichtung einstellen; zwei Elektronen in einem Atom haben entweder parallel oder antiparallel ausgerichteten S.

In der KERNPHYSIK nennt man S. den Gesamtdrehimpuls des Atomkerns. Er entsteht als Resultierende der S. und Bahndrehimpulse aller Nukleonen im Kern und ist vom jeweiligen Anregungszustand des Kerns abhängig; im Grundzustand des Kerns ist er für diesen kennzeichnend. So hat z. B. das α -Teilchen den S. 0, das Deuteron den S. 1.

Ferner $\rightarrow$ isobarer Spin.

A. SOMMERFELD: Atombau und Spektrallinien, 2 Bde. (1: 1960, 2: 1960); W. FINKELNBURG: Einführung in die Atomphysik (1962).

Spindel, 1) bei Werkzeugmaschinen die Hauptarbeitswelle, die das Werkzeug oder Werkstück dreht (Arbeits- oder Haupt-S.). Über Zug-S. und Leit-S. $\rightarrow$ Drehbank. 2) SPINNEREI: beidseitig zugespitzter Stahlkörper, der durch seine Drehung den Spinnfaden ($\rightarrow$ Drall) des Fadens an den Vorspinn-, Feinspinn- und Zwirnmaschinen herstellt.

Spinell, eine Gruppe kubischer, meist in Oktaedern kristallisierender Mineralien, z. B. der rote, als Edelstein verwendete *edle S.*, $MgAl_2O_4$, der wie Korund auch synthetisch erzeugt wird, der $\rightarrow$ Chromit, $FeCr_2O_4$, und der $\rightarrow$ Magnetit.

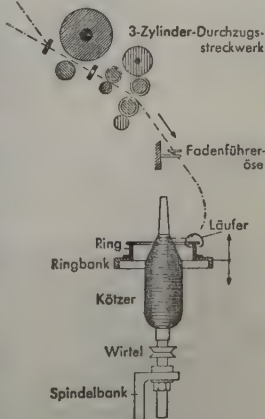
Spinnöse, **Spinnbrause**, CHEMIEFASERHERSTELLUNG: Teil der Spinnmaschine, durch dessen Bohrungen, für Naß-Spinnverfahren mit Durchmessern von 1 mm, für Trocken-Spinnverfahren (Azetat-Reyon) von 0,05–0,12 mm, die Spinnlösung fadenförmig ausgepreßt wird. $\rightarrow$ Reyon.

Spinnerei, die Technik der Herstellung eines praktisch endlosen Fadens, mechanisch durch Ordnen, Verziehen und Zusammendrehen von mehr oder weniger kurzen Fasern oder Faserbündeln wie bei Baumwolle, Bastfasern, Schafwolle, Seide, Zellwolle und anderen stapeligen Chemiefasern oder

chemisch-technisch durch Ausziehen einer Spinnlösung oder Spinnsmelze wie bei endlos gesponnenen Chemiefäden aus veredelter Zellulose ($\rightarrow$ Reyon), synthetischen Fäden und Glasseide.

Zum HANDSPINNEN dient das Tretpinnrad, bei dem über einen Fußtritt, Schubstange (Knecht) und Kurbel und je eine Schnurrolle (Wirtel) die Flügelspindel sowie die Spule getrennt angetrieben werden. Die vom Spinnrocken (Wocken) von Hand ausgezogenen Fasern werden durch den hohlen Teil der Spindel geleitet, zu einem Faden zusammengedreht und dieser mit Hilfe der Flügelgabel auf die Spule gewickelt.

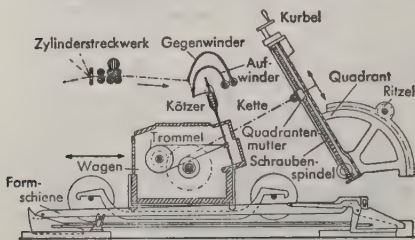
Der MECHANISCHE SPINNPROZESS gliedert sich in die Vorbereitungsarbeiten, das Vorspinnen und das Fein- oder Fertigspinnen. Aufgabe der *Vorbereitung* ist es, die zusammengepreßten, wirren Fasermassen aufzulockern (Ballenbrecher, Öffner, Schlagmaschine) sowie von den anhängenden Verunreinigungen zu befreien, d. h. zu reinigen. Dies erübrigt sich bei Seide und Chemiefasern. Durch Mischen (Manipulieren) werden unterschiedliche Spinnstoffeigenschaften ausgeglichen oder ein bestimmter Warencharakter erzielt. Es folgt das Ordnen der Fasern durch Auflösen der Faserflocken in Einzelfasern auf der Deckel- oder Walzenkrepel, bei den Basten bis zu Teilbündeln auf der Hechelmaschine. Das erhaltene Faservlies (Flor) oder Faserband wird durch Doppeln (Doublieren) und Verziehen (Verstrecken) vergleichmäßigt (egalisiert). Um besonders feine, glatte und gleichmäßige Garne zu erhalten, wird vor dem Verstrecken aus dem Krepelband ein Teil der Kurzfasern (Kämmlinge) auf der Kämmmaschine (Kammstuhl) ausgeschieden. – In der *Vorspinnerei* wird das Vorgarn (Lunte) gebildet, und zwar entweder durch stufenweises Verziehen der Faserbänder bei gleichzeitig geringer Dehnung auf dem Flyer (Streckspinnverfahren) oder durch Ziehen des Faserflosses mit nachfolgendem Verdichten auf dem Florteiler mit Nitschelwerk (Streichgarnverfahren). – Das *Feinspinnen* erfolgt entweder kontinuierlich auf der Ringspinnmaschine oder absetzend auf dem Wagenspinner (Selfaktor). Beim *Ringspinner* wird das auf Spulen befindliche Vorgarn durch ein Streckwerk auf die endgültige Feinheit verzogen. Gleichzeitig erhält der Faden durch den auf einem Stahlring kreisenden Läufer die ge-



Spinnerei 2: Ringspinner

Spinnstoffe – Sprengwerk

wünschte Drehung und wird als Cop (Kötzer) mit kegeligen Schichten auf einer Hülse aufgewickelt. Der **Selfaktor** besteht aus einem feststehenden Spulengestell mit Liefer- oder Streckwerk und einem auf Schienen beweglichen Spindelwagen. Während der Wagenausfahrt wird das Vorgarn bei geringer



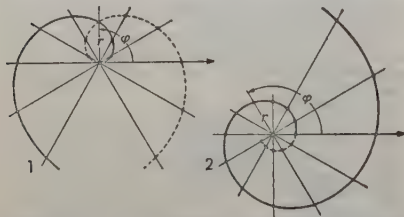
Spinnerei 3: Wagenspinner (Selfaktor, Aufwindperiode). Vergl. auch Tafel Textilmaschinen.

Drehungserteilung verzogen, dann erhält das ausgezogene Fadenstück den Spindrad und wird bei der Wageneinfahrt zu einem Garnkörper aufgewunden. – Art und Zusammenstellung der einzelnen Maschinentypen der S. zu einem Sortiment richten sich nach den Eigenarten der jeweils verarbeiteten Spinnstoffe. Man unterscheidet daher das Drei- und Zweizylinderspinnverfahren für Baumwolle und Zellwolle, die Bastfaser-S., das Streichgarn- und Kammgarnverfahren sowie die Schappe-S.

E. WAGNER: Grundbegriffe der S. (1952); W. OESER: Streichgarn-S. (*1961); R. FAHRBACH: Die Kammgarn-S. (*1958).

Spinnstoffe, → Faserstoffe.

Spirale, eine gekrümmte Linie, die unendlich viele Umläufe um einen festen Punkt macht. Die Archimedische S. wird von einem Punkt beschrieben,



Spirale: 1 Archimedische Spirale (Gleichung $r = c\varphi$), 2 Logarithmische Spirale (Gleichung $r = ae^{c\varphi}$). Die ausgezogenen Kurvenäste entsprechen positiven, die gestrichelten Kurvenäste negativen Werten des Polarkwinkels φ ; a und c sind Konstanten.

der gleichförmig auf einer Geraden fortschreitet, während diese um einen festen Punkt gleichförmig gedreht wird. Sie ist die einfachste S.

Spiralnebel, → Nebel, → Sternsysteme.

Spiritus, der gewerblich aus Kartoffeln, Getreide, Melasse, Mais u. dgl. in Brennereien hergestellte Alkohol. Herstellung → Branntwein.

Spirituskocher, ein Kochgerät, bei dem Spiritus auf die gleiche Weise wie → Petroleum im Petroleumkocher die Verbrennungswärme liefert.

Spitzenentladung, eine durch spitze Elektroden begünstigte Form der → Gasentladung (Koronaentladung).

Spitzenzähler, Geigerzähler, → Zählrohr.

Spitzkasten, AUFBEREITUNG: eine Anlage zum Klassieren sehr feinkörniger Erze aus einer Trübe. Die Erze werden mit abnehmender Geschwindigkeit über eine Reihe von hohlpentagonalen Kästen geführt, in deren Spitzen sich die absetzenden Feststoffe in Abhängigkeit von spezif. Gewicht, Korngröße und Strömungsgeschwindigkeit sammeln und von dort ausgetragen werden.

spleißen, das Verflechten der Enden zweier Täte unter Benützung eines **Marlspiekers** (Dorn aus Eisen). Die Verbindung heißt **Spleiß**.

Splint, 1) weiche Holzschicht unter der Rinde.

2) ein aus Draht gebogener zweischelliger Stift, der durch ein Loch in einem Maschinenteil gesteckt wird und als Sicherungselement dient (BILD Schraube).

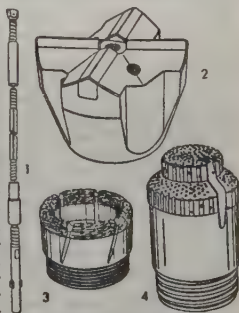
Splitt, STRASSENBAU: Gestein in Korngrößen von 2–25 mm ϕ , für Oberflächenbehandlungen und zum Aufbau von Fahrbahndecken.

Sporn, bei FLUGZUGEN Gleitkufe oder Rad (Spornrad) unter dem Heck.

Spotlight, als Scheinwerfer mit engem Lichtbündel ausgebildete Lichtquelle für Effektbeleuchtungen bei photograph. und Filmaufnahmen.

Spreizklappe, eine Landeklappenanordnung bei Flugzeugen, bei der nur die Unterseite des hinteren Tragflügels beweglich ist; ermöglicht eine Bremswirkung bei gleichzeitiger auftriebssteigernder Wirkung.

sprengen, schießen, einen natürl. (Gestein) oder künstl. (Bauten) Zusammenhalt gewaltsam lockern oder zerstören. Als **Sprengstoffe** werden meist chem. → Explosivstoffe oder verflüssigte Gase verwendet. Zur Zündung dienen elektrisch oder durch Zündschnur gezündete **Sprengkapseln**, die mit einem scharfen Zündsatz (Knallsatz), z. B. Knallquecksilber oder Bleiazid, gefüllt sind.



sprengen: Herstellen von Langloch-Sprengbohrungen; 1 Ver-längerungsbohrgestänge mit in zylindrische Form Einfach-Meißelschneide, 2 gebrachte Sprengstoff-Sprenglöcher (Diamantinhalt 12 Karat), 4 abgestufte Diamant-Vollbohrkronen (Diamantinhalt 21 Karat).

zum Sprengen des anstehenden Minerals werden senkrecht, geneigt oder in Richtung der Sohle (söhlig) in einer Länge bis zu 60 m (Langlochbohrung) mit Durchmessern bis über 100 mm (Großbohrung) ausgeführt. Von der Gesteinsart abhängig ist die Ausbildung der Bohrkronen und -schneiden sowie die Bohrweise (schlagend, drehend, drehschlagend).

Sprengluftverfahren, das Sprengen mit → Oxyliquiten.

Sprengring, federnder Metallring zur mechan. Verbindung zweier Teile.

Sprengseismik, die Erzeugung elastischer Bodenwellen durch Sprengungen und ihre geophysikal. Auswertung. Aus der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen in verschiedenen Tiefen kann auf die Schichtung, aus den Reflexionen an Schichtgrenzen auf die Tiefenlage der einzelnen Schichten geschlossen werden.

K. JUNG: Kleine Erdbebenkunde (*1953).

Sprengwagen, ein Fahrzeug mit Wassertank zur Straßenreinigung.

Sprengwerk, BAUTECHNIK: eine Tragkonstruktion, die den die Öffnung überspannenden Balken von unten her durch ein System von Streben stützt (absprengt). Gegensatz → Hängewerk.



Sprengwerk

Spreutlage, Spreitlage, FLUSSBAU: zum Schutz von Uferböschungen über Mittelwasserhöhe aufgebraute dünne Schicht von Weidenreisern oder Strauchwerk mit zwischengeschüttetem Boden.

Springflut, → Gezeiten.

Sprinkler, → Feuerlöschapparate.

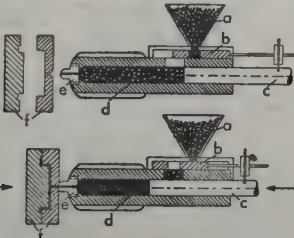
Sprit, Spiritus, → Alkohol. **spritzen,** avinieren, alkoholisieren, dem Wein Alkohol zusetzen; in Deutschland verboten.

Spritzflasche, Vorratsflasche für Waschflüssigkeiten im chem. Labor. Durch Einblasen von Luft, bei Kunststoff-S. durch Drücken, wird die Flüssigkeit durch eine feine Öffnung gepresst.

Spritzguß, ein Verfahren der spanlosen Formung, bei dem flüssige oder thermoplast. Kunststoffe in **Spritzgußmaschinen** unter hohem Druck in wassergekühlte Stahlformen



Spritzflasche



Spritzguß: oben Vorbereitung zum Spritzen, unten Spritzvorgang; a Fülltrichter, b Dosiereinrichtung, c Preßstempel, d Kunststoff-Preßmasse, e Spritzdüse, f Form.

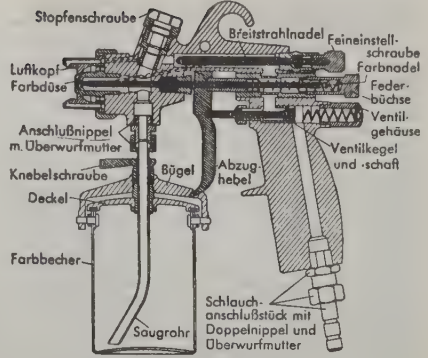
(Dauerformen) gespritzt werden. (TAFEL Kunststoffe I).

Spritzpistole, ein pistolenförmiges Gerät zum Aufspritzen von flüssigen oder staubförmigen Stoffen auf Metall, Holz, Gewebe usw. Als Flüssigkeiten werden Lösungen von Farbstoffen, Lacke und andere Anstrichstoffe, auch schmelzflüssige Stoffe wie Metalle (→ Metallspritzverfahren) oder Paraffin, als Staub Metalle, Farbstoffe, Wollfasern u. a. verspritzt. **Druckluft-S.** (BILD) werden mit Druckluft oder Wasserdampf betrieben. Die **elektr. S.** arbeiten ohne Druckluft.

Sprungtemperatur, Sprungpunkt eines Supraleiters, die Temperatur, bei der der elektr. Widerstand im Übergangsgebiet von der normalen Stromleitung zur Supraleitung auf die Hälfte seines Wertes abgesunken ist. TABELLE → Supraleitung.

Sprungwerk, Speichergetriebe, ein Sperrgetriebe mit zwangsläufig auslösendem Energiespeicher, z. B. Kippshalter, zur sprunghaften Betätigung des Schaltstückes.

Spule, 1) ELEKTROTECHNIK: eine Drahtwicklung aus mehreren voneinander isolierten Windungen (meist Kupfer); verstärkt das Magnetfeld zur Vergrößerung der magnet. Anziehungskraft oder zur Vergrößerung der Induktivität. Die S. wird in der STARKSTROMTECHNIK bes. in Motoren und Transformatoren und als **Drossel-S.** verwendet, in der FUNKTECHNIK als **Schwingkreis-S.** (meist mit Eisenpulver- oder Ferritkern) oder als **Drossel-S.**, beide als einlagige S. oder mehrlagige S. mit sich kreuzenden Windungen (**Kreuz-S.** oder **Kreuzwickel-S.**) zur Herabsetzung der Eigenkapazität.



Spritzpistole

2) Aufmachungsform der Garne in der Spinnerei, Zwirnerei und Spulerei. Der **Spinnkop** (Kötzer), die **Flaschen-S.** und die **konische** oder **bikonische Kreuz-S.** (Cones) ermöglichen den Fadenabzug „über Kopf“. **Scheiben-S.** und **zylindrische Kreuz-S.** werden abgerollt.

Spülkippe, das Einbauen von Erdmassen mit Wasser, das im Verhältnis 1:1 bis 1:2 den Erdmassen zugesetzt wird und sie zum Fließen bringt.

Spülmachine, ein → Geschirrspüler.

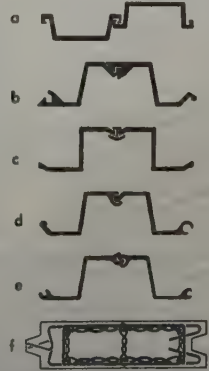
Spülschiff, ein Schiff, das Baggergut nach Vermischung mit viel Wasser durch Rohrleitungen auf die für die Ablagerung bestimmten Flächen spült.

Spülung wird beim Zweitaktmotor dadurch erreicht, daß die frische Ladung durch eine Kolbenpumpe oder ein Gebläse durch Schlitze oder Ventile in den Zylinder geblasen wird, wenn der Kolben nahe seiner tiefsten Stellung steht und die im Zylinder befindl. verbrannten Gase durch Auslaßschlitze (Ventile) hinausgedrückt. Bei der **Kurbelkasten-S.** wird die Ladung in den Kurbelkasten angesaugt, verdichtet und über Spülkanäle dem Zylinder zugeführt. Bei der **Quer-S.** tritt die frische Ladung an einer Seite ein und das Abgas an der Gegenseite aus; bei der **Umkehr-S.** werden frische Ladung und Abgas von der gleichen Seite zu- und abgeführt. Die besten Ergebnisse liefert die **Gleichstrom-S.**, bei der die Gase den Zylinder ohne Richtungsumkehr durchströmen. Beim Viertaktmotor werden die verbrannten Gase vom Kolben durch das Auslaßventil ausgeschoben.

Spülversatz, das Ausfüllen leerer Grubenräume mit wertlosen Gesteins- und Geröllmassen, die durch Druckwasser in die Grubenbaue gedrückt (gespült) werden.

Spund, 1) verschließender Holzzapfen im S.-Loch am Fuß.
2) BAUWESEN: Längszapfen, der in die Nut eingreift.

Spundwand, wasserdichte Wand aus Spundbohlen, die in Nut und Feder ineinandergleitend eingerammt werden. Die Spundbohlen bestehen aus Holz, Walzstahl oder Stahlbeton. S. dienen



Spundwand: a-e Stahlbohlen, f Stahlbetonbohle, g Holzbohle.

Spurenelemente – Stadtentwässerung

der Umschließung von Baugruben, der Einfassung der Ufer, Schleusen, Brückenpfeiler, Wehre usw.

Spurenelemente, Spurenstoffe, bestimmte chem. Elemente wie Zink, Kupfer, Mangan, Kobalt, Silizium, Jod, Fluor, in Form ihrer Verbindungen (Salze), die für das pflanzl. und tier. Leben unentbehrlich sind. Im Gegensatz zu den Mineralbestandteilen der Nahrung brauchen sie nur in kleinsten Mengen („Spuren“) zugeführt zu werden.

Eisen – mengenmäßig kein eigentliches S. – spielt bei der Blutbildung und im Zellstoffwechsel eine große Rolle. **Arsen** findet sich in Haaren und Nägeln; es hebt den Allgemeinzustand, wirkt günstig auf die Beschaffenheit der Haut und fördert die Blutbildung. **Bor** ist für die Pflanzen lebenswichtig, es verhütet die Herz- und Trockenfäule der Zuckerrüben. Beim Menschen steigert es die Stoffwechselvorgänge. **Fluor** findet sich im Zahnschmelz; kleine Fluoridosen hemmen die Zahnfäule. **Jod** wirkt stark auf die Schilddrüse; **Kobalt** ist für den Menschen als Baustein des Vitamin B₁₂ lebensnotwendig. **Kupfer** fördert die Blutbildung und ist Bestandteil bestimmter Enzyme. **Mangan** verhindert die Dörrfleckenkrankheit der Pflanzen; es hat Einfluß auf das Knochenwachstum des Menschen und der Tiere. **Silizium** ist Bestandteil einiger Lipide im menschl. Körper. **Zink** hat Einfluß auf das Nervensystem.

K. SCHARRER: Biochemie der S. (*1955).

Spurkranz, bei Rädern von Schienenfahrzeugen der an der Innenseite des Radreifens liegende erhöhte Wulst, der die Fahrzeuge führt und ein Abgleiten der Räder von der Schiene verhindert.

Spurplanstellwerk, neue Form des →Gleisbildstellwerks, bei dem die Weichen nach der Räumung durch den letzten Wagen, schon vor der Auflösung der ganzen Fahrstraße, umgestellt werden können.

Spurstein, praktisch eisenfreier Kupferstein mit 72-78 % Cu.

Spurweite, 1) → Eisenbahnbau.

2) **FAHRZEUGBAU:** der Abstand der Reifenmitten einer Achse, bei doppelter Bereifung der Abstand der Mitten der Zwillingsreifen.

Sr, chem. Zeichen für →Strontium.

Stabilisator, 1) ELEKTROTECHNIK. → Spannungsregelröhre.

2) bei KRAFTWAGEN: meist Torsionsstäbe zur Verringerung der Kurvenneigung der Karosserie; sie versteifen beim Überfahren einseitiger Hindernisse die Federung.

3) CHEMIE: 1) → Emulsion, 2) Zusatz zu reaktionsfreudigen Substanzen, um einen unerwünschten Umsatz während der Lagerung zu verzögern oder zu verhindern, z.B. S. in den monomeren Ausgangssubstanzen für Polymerisationsreaktionen (Hydrochinon u. a.) oder in Schießpulvern und Sprengstoffen (Harnstoffabbkömmlinge, Urethane, Diphenylamin usw.).

Stabilität, Standfestigkeit, entspricht der Arbeit, die erforderlich ist, um einen festen Körper aus einer stabilen Lage ($\rightarrow$ Gleichgewicht) in den labilen Gleichgewichtszustand zu bringen.

Städtebau, die nach wissenschaftl. Ermittlungen über die Gegebenheiten der Ortslage und der Bevölkerung durchgeführte Bauplanung. Der **Flächennutzungsplan** ermittelt die günstigsten Standorte für Wohnungen, Land- und Forstwirtschaft, Gewerbe, Industrie und Grünflächen. Der **Verkehrsplan** schließt diese Gebiete auf und legt die Straßenzüge nach Hauptverkehrs-, Sammel-, Aufschließungs-

und Wohnstraßen fest. Ausfallstraßen verbinden den Ort mit der Ferne, Umgehungsstraßen sollen den Durchgangsverkehr von der Stadtmitte ablenken. Der *Bauzonnenplan* gibt flächenmäßig die Bebauungsdichte an: geschlossene und offene Bauweise, Hausabstände, Freiflächen usw. Der *Generalbebauungsplan* vereint die Teilplanungen und gibt in großen Zügen eine Übersicht über das künftige Stadtganze, in Zusammenhang mit den *Baulinienplänen*, die die Straßenbreiten, Vorgarten-, Baufluchtlinien usw. festlegen und als gesetzliche Grundlagen gelten. Die technische Bauausführung unterliegt der von den Ländern oder den unmittelbaren Städten erlassenen *Bauordnung* und den ergänzenden Ortspolizeivorschriften.

Eine Neuerung ist die Bildung von *Nachbarschaften*, d. h. von in sich geschlossenen, überschaubaren und von Grüngürteln umhagten Ortsteilen mit beschränkter Bewohnerzahl. Neuzeitlich ist auch der *Zeilenbau*, der in Wohnvierteln im Gegensatz zur früher allein vorherrschenden *Blockbebauung* eine lockere Anordnung gutbesonnter, in Grünflächen eingebetteter Hausreihen unabhängig von der Verkehrsstraße anstrebt. Ein großes S.-Problem ist heute die Vorsorge für reichliche Parkflächen für Motorfahrzeuge, vor allem in großstädtischen Innenvierteln.

Studentenwässerung, Kanalisation, die Sammlung und Ableitung des auf Grundstücken und Straßen anfallenden Abwassers und Regenwassers durch ein unterirdisches Rohrnetz. Man unterscheidet das *Mischverfahren* und das *Trennverfahren*, je nachdem, ob das Abwasser und das Niederschlagswasser gemeinsam (gemischt) in einem Rohrnetz abgeleitet werden oder getrennt voneinander in zwei verschiedenen Netzen. Aus dem Rohrnetz des Mischsystems werden die Wassermengen durch Regenauflüsse (Notauflüsse, Überfälle) nach den Öffentl. Wasserläufen hin abgelassen. Die Abwasser-sammlung beginnt mit der *Hausentwässerung*. *Fallrohre* aus Küchen, Waschräumen und Aborten führen zu der Grundleitung unter dem Keller, die in einer Sammelleitung unter der Straße endigt. Der Übertritt von überliechenden und gesundheitgefährdenden Gasen aus den Straßenleitungen in die Wohnungen wird durch → Geruchschlüsse verhindert. Mehrere *Sammel- und Seitenleitungen* münden in einen *Hauptkanal* (meist begehbar), mehrere *Hauptkanäle* vereinigen sich im *Hauptsammler*, der



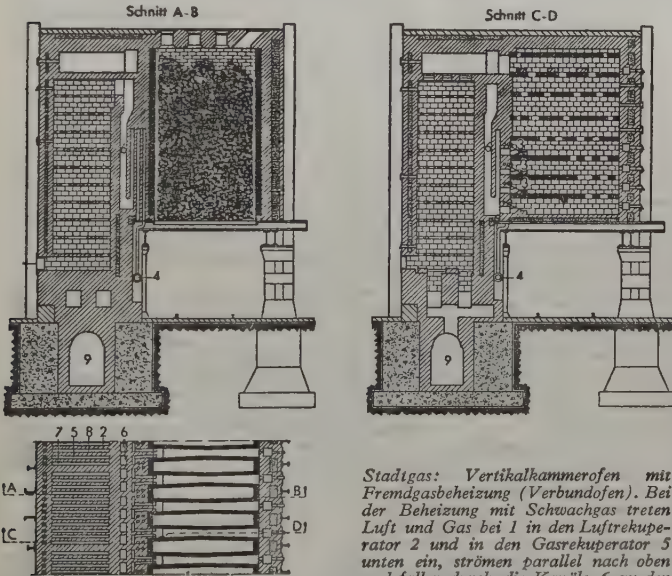
Stadtentwässerung: Mischverfahren (Schema)

das Wasser der Reinigungsanlage (Kläranlage) zufließt. Das Wasser fließt bei eigenem Gefälle mit etwa 0,6 bis 1,3 m/s; wo dieses nicht ausreicht, müssen Pumpenanlagen eingeschaltet werden. Den Zugang zum Entwässerungsnetz bilden *Einstiegschächte*, die in Abständen von 50–80 m in den Straßen liegen. Unter Wasserläufen, U-Bahnen usw. werden in den Gefälleleitungen des Entwässerungsnetzes → *Düker* angelegt. Zur Staßentwässerung sind an den Bordschwellen → *Gullys* angeordnet. Über Abwasserreinigung → *Abwasser*.
K. IMHOFF: Taschenbuch der S. (191962).

Stadtgas, Leuchtgas, ein Gasgemisch für Heiz- und Leuchtzwecke, besteht vor allem aus Wasserstoff (50 %), Methan (32,5 %) und Kohlenoxid (7 %) und kann in kleinen Mengen höhere Kohlenwasserstoffe (Äthylen, Äthan, Benzol und Homologe), Kohlendioxid, Stickstoff, Sauerstoff (unter 0,3–0,5 Vol.-%) sowie Spuren Ammoniak (unter 0,3 g/100 m³), Schwefelwasserstoff (unter 2 g/m³), Mercaptane, Senföle (als Träger des charakterist. Geruchs) enthalten. Als *Richtwerte* gelten: oberer Heizwert 4200–4600 kcal/Nm³, unterer Heizwert 3800 bis 4200 kcal/Nm³, Dichte 0,4–0,5, Mindestleistungsdruck 60 mm WS.

In der ERZEUGUNG bestehen heute keine grundlegenden Unterschiede mehr zwischen Kokerei- und Leuchtgas, → Kokerei. Die Öfen sind 3 bis 4,5 m lange röhrenförmige Retorten, die neben- und übereinander liegen; die Kammern sind 23 bis 40 cm breit, 1,5 bis 3 m lang und 3,5 bis 6 m hoch, sie fassen bis zu 6 t Rohkohle. Die günstigsten Temperaturen für die S.-Herstellung liegen zwischen 1000 und 1200° C. Außer durch Verkokung von Kohlen wird S. heute zunehmend durch Gas- und Ölsplaltung erzeugt, z. B. nach dem → Wurzelverfahren.

Chem. Technologie, hg. v. K. WINNACKER u. L. KÜHLER, 3 (*1959); W. GUMZ: Kurzes Hb. der Brennstoff- und Feuerungstechnik (1962).



Brennstellen 3. Die Verbrennungsgase strömen durch die Heizwände aufwärts und fallen durch die Rekuperatoren 7 und 8 zum Abtizekanal 9. Bei der Beheizung durch Starkgas ändern sich die Wege von Abtize und Luft nicht; der Rekuperator 5 wird jedoch auf Luft umgestellt. Das Starkgas tritt bei 4 ein und strömt, ohne vorgewärmt zu werden, zu den Brennstellen 3.

Stahl (TAFEL Eisen und Stahl), Eisenkohlenstofflegierungen mit Kohlenstoffgehalten bis zu etwa 1,7 %, die sich ohne besondere Vorbehandlung schmieden und walzen lassen. Legierungen mit rd. 2–4 % Kohlenstoff heißen Gußeisen. Sehr reine Eisensorten, oft auch *Weis Eisen* genannt, die kohlenstofffrei oder kohlenstoffarm sind, tragen häufig eine Kennzeichnung nach ihrer Herstellung wie *Elektrolyt-, Karbonyl-, Armco-Eisen*. Ferner werden unterschieden: *unlegierte S.*, die außer Kohlenstoff geringe Mengen von Phosphor, Schwefel, Silizium, Mangan enthalten und *legierte S.*, deren wichtigste Zusätze Silizium, Mangan, Chrom, Nickel, Vanadin, Molybdän, Wolfram, Kobalt einzeln oder in Kom-

binationen sind. Nach dem Verwendungszweck teilt man ein in: *Einsatz-S.* mit rd. 0,1 bis 0,2 % C, *Verdünnungs-S.* mit rd. 0,2 bis 0,6 % C, *Werkzeug-S.* mit rd. 0,4 bis 1,7 % C; alle können unlegiert oder legiert sein. Einsatz-S. werden verwendet, wenn ein zäher Kern gewünscht und nur die Oberfläche gehärtet wird (→ Härten). Die übrigen S. kann man härten und → vergüten. S. für besondere Verwendungszwecke werden als *Sonder-S.* oder noch speziell gekennzeichnet wie Magnet-, Dynamo-, Transformator-, nichtrostende, säurebeständige, hitzebeständige, hochwärmefeste, Schnellarbeits-, wärmefeste, Automaten-, Ventil-, Wälzlager- usw. Stähle. Nach der Herstellung unterscheidet man u. a. Schweiß- und Fluß-S. Die Herstellung von Schweiß-S. spielt heute, weil sie umständlich und begrenzt ist, nur noch eine untergeordnete Rolle. Sie geschah durch Abschmelzen von Roheisen und gleichzeitiges Frischen, das ist Oxydieren der Eisenbegleiter mittels Luft („Wind“) im Frischfeuer, einer Art Schmiedefeuer mit Holzkohle (*Frishfeuer-S.*) oder nach H. CORT (1784) durch Einschmelzen von Roheisen im Puddelofen, einem Flammofen mit muldenförmigem Herd, und Frischen mittels der Ofengase und durch Zugabe von Erz oder Hammer-schlag unter Puddeln (Durchrühren des Ofenbades mit Haken, *Puddel-S.*). Bei diesem Verfahren wird

nicht der Schmelzpunkt des S. (1450 bis 1500° C) erreicht; der S. wird daher in teigigem und schlackenhaltigem Zustand als „Luppe“ gewonnen, die gut schweißbar ist. – *Fluß-S.* wird erzeugt, indem das Roheisen, meist zugleich mit Schrott, eingeschmolzen, gefrischt, aber so hoch erhitzt wird (1600–1650° C), daß der flüssige S. abgegossen werden kann. Die Verfahren sind 1) *Windfrischverfahren* (nach → Bessemer), nach dem das flüssige, siliziumreiche, aber phosphorarme Roheisen in einem birnenförmigen Konverter mit saurer (Sand, feuerfeste Steine) Zustellung unter gleichzeitiger Aufrichtung des Konverters von „Wind“ (Luft) durchblasen wird (*Bessemer-S.*) oder das phosphorreiche, aber siliziumarme Roheisen in einem basisch

(Dolomit) zugestellten Konverter (S. G. THOMAS, 1877) unter Zugabe von Kalk zur Bindung der Phosphorsäure in der Schlacke verblasen wird (*Thomas-S.*). Die Thomas-S.-Schlacke wird zu *Thomasmehl* gemahlen und als Düngemittel verwendet. 2) Beim *Herdfrischverfahren* im Siemens-Martin-Ofen, einem Flammofen mit an beiden Enden befindlichen Brennerköpfen und mit der Regenerativ- oder Umschaltfeuerung (FRIEDRICH SIMENS, 1856), durchströmen Gas und Luft die Wärmespeicher oder Kammern, die durch die Abgase aufgeheizt sind, und werden auf 1000 bis 1200° C vorgewärmt, so daß eine Ofentemperatur von 1700° C erreicht wird. In einem solchen Ofen

erschmolzen EMILE und PIERRE MARTIN 1864 erstmalig unter Frischen mit den Ofengasen und Erzzugaben Fluß-S. (*Siemens-Martin-S.*). Im Siemens-Martin-Ofen kann mit ziemlich großer Zuverlässigkeit ein S. von bestimmtem Kohlenstoffgehalt und Legierungsgehalten erschmolzen werden, was nach den Windfrischverfahren nur in sehr beschränktem Maße möglich ist. 3) Nach dem *Tiegel- oder Gußstahlverfahren*, von B. HUNTSMAN (1740) erfunden und besonders von A. KRUPP (um 1830) weiterentwickelt, wird in mit Brennstoff beheizten Tieglern für 30–50 kg Inhalt sehr reiner, meist hochlegierter S. ohne oder nur mit geringer Frischarbeit erschmolzen (*Guß-S.*). 4) Beim *Elektrostahlverfahren* wird im Lichtbogen-Ofen oder im Hochfrequenz-Induktions-Tiegelofen die Schmelze elektrisch erhitzt (*Elektro-S.*). 5) Beim *Linzer-Düsenverfahren* (*LD-Verfahren*, *Linz-Donawitz-Verfahren*, *Sauerstoffaufblaserverfahren*, *Brassier-Oxygen-Technique*) wird das Eisen gefrischt durch Aufblasen techn. reinen Sauerstoffs mit 4–12 atü auf das Eisenbad in einem Konverter mit geschlossenem Boden (→ *Sauerstoffmetallurgie*). 6) Beim *Rotorverfahren* ist das Eisenbad in einem rotierenden trommelart. Ofen oder Konverter, in den Sauerstoff geblasen wird. Durch Verbrennen des entweichenden Kohlenmonoxids kann das Bad zusätzlich erwärmt werden. **SCHEMAT. DARSTELLUNG** → Eisen.

WIRTSCHAFTLICHES: Die Rohstahlerzeugung der Welt betrug (1960) in Mill. t: 350, davon Verein. Staaten 90,1; Europ. Gemeinschaft für Kohle und Stahl 72,8 (Bundesrep. Dtl. 34,1); UdSSR 65,3; Großbritannien 24,7; Frankreich 17,3; China 18,5; Japan 22,1.

L. SCHEER: Was ist S.? (1962).

Stahlbau, Bauweise, bei der die Tragkonstruktion vornehmlich aus hochwertigem Baustahl besteht. Beim *Stahlskelettbau* übernimmt das Stahlskelett alle tragenden Funktionen.

H. BUCHENAU: Stahlhochbau, 1 (1956), 2 (1958); K. KERSTEN-W. TRAMITZ: Der Stahlhochbau, 1 (1961), 2 (1959).

Stahlbeton, bewehrter Beton, mit Stahleinlagen, der Bewehrung, versehener Beton. Vom Beton werden die Druckspannungen, von den Stählen Zugspannungen und größere Schub- oder Scherspannungen aufgenommen. Rundstäbe von 1 bis 3 mm Ø, hoher Streckgrenze (bis 30000 kp/cm²) und Bruchfestigkeit werden beim *Stahlsaitenbeton* verwendet, stärkere als schlaffe Bewehrung beim normalen S. Der Gleitwiderstand erhöht sich bei Verwendung von miteinander verdrehten Stählen und Stählen mit warzenförmigen Erhebungen.

Da die Zugfestigkeit des Betons nur $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{15}$ der Druckfestigkeit beträgt, müssen die Stahleinlagen die gesamte auftretende Zugspannung aufnehmen, wodurch im Beton feine Haarrisse entstehen. Das läßt sich vermeiden, wenn der Beton durch vorgespannte Stähle unter Druck gesetzt wird (*vorgespannter Beton*, → *Spannbeton*).

Beim *Stahlbetonbau* sind die Grundformen Platten, Balken, Plattenbalken, einfach und spiralig bewehrte Säulen, Rahmen, Schalen und Fachwerke. Häufig sind durchlaufende Träger.

R. SALIGER: Der S.-Bau (1956); K. BEYER: Die Statik im S.-Bau (1958).

Stahlkammer, Tresor, feuer- und diebstahl-

sicheres Panzergewölbe mit Stahlchränken und Schrank- oder Schließfächern in Banken und Unternehmen zur Aufbewahrung von Wertsachen, Urkunden usw.; aus Stahlbeton oder Stahl und Klankern in reinem Zementmörtel mit Panzertüren.

Stahlstich, ein Tiefdruckverfahren, bei dem die Zeichnung in eine ausgeglühte, mit Wachs überzogene Stahlplatte eingätzt wird, die dann gehärtet wird. Der S. ergibt sehr scharfe Drucke.

Stakhölzer, BAUTECHNIK: Brettschwarten oder Latten, die mit Strohlehm umwickelt sind, zur Herstellung des Windelbodens bei Holzbalkendecken. **Stakung**, die gestakte Fläche zwischen den Balken. **Stalagmit**, in Tropfstein- oder Eishöhlen aus herabfallenden Tropfen ausgeschiedener, vom Boden aufragender kristalliner Zapfen. **Stalaktit**, der von der Decke herabhängende Zapfen.

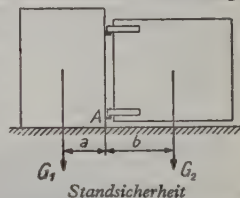
Ständer, ELEKTROTECHNIK: → Stator.

Standlicht, in die Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen eingebaute Begrenzungs Lampe.

Standlinie, 1) SEE- und LUFTFAHRT: Grundlage für Ortsbestimmungen in der → Navigation.

2) GEODÄSIE: die → Basis 3).

Standicherheit, die Sicherheit eines Körpers gegen Umkippen. Das „Kippmoment“ $G_1 \cdot b$ der äußeren Kräfte bezüglich der Kippkante A muß kleiner sein als das „Standmoment“ $G_2 \cdot a$ des Körpergewichts für dieselbe Kante.



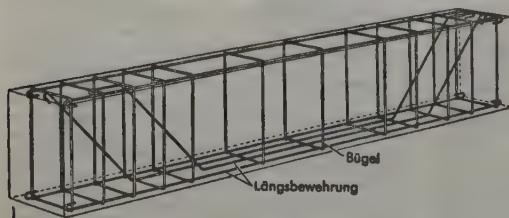
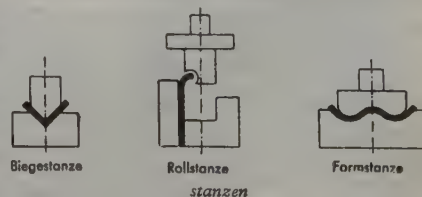
Standversuch, die Ermittlung des Werkstoffverhaltens in Abhängigkeit von Temperatur, Zeit und Belastung (Zug, Druck, Biegung oder Torsion); wird meist als *Zeit-S.* (Kurzzeitversuch bis 100, Langzeitversuch über 1000 Stunden) bei gleichbleibender Temperatur und Belastung ausgeführt, wobei die (plastische) Verformung als Funktion der Zeit aufgenommen oder die Zeit bis zum Bruch festgestellt wird.

Standzeit, die Zeit, die ein Werkzeug, insbes. Maschinenwerkzeug, arbeitend aushält, ohne den zulässigen Verschleiß zu überschreiten.

Stanniol, sehr dünn ausgewalzte Blei-Zinn-Legierung für Verpackung und Kondensatorbau, heute vielfach durch Aluminiumfolie ersetzt.

stanzen, das Umformen von Blechen und Stäben mit der Biegestanze, Rollstanze, Formstanze; auch das Ausstanzen bestimmter Formen.

Stapel, übereinandergeschichtete Holz- oder Eisenklötze, auf denen das Schiff auf der Helling



Stahlbeton: 1 Balkenbewehrung, 2 Bügelbewehrung, 3 Spiralbewehrung.

gebaut wird; auch der Platz, auf dem ein Schiff gebaut wird.

Stapelfaser, Chemiefaser mit abgepaßter Schnittlänge, z.B. die → Zellwolle.

Stapellauf, das Hinabgleiten eines Schiffes von der → Helling ins Wasser. Dazu wird das Schiff vom → Stapel gehoben, wobei es sich auf den durch einen Stopper gehaltenen Ablaufschlitten setzt. Die Gleitbahnen des Schlittens werden mit Fett und Schmierseife bestrichen, um die Reibung zu vermindern. Nach Lösen des Stoppers gleitet das Schiff ins Wasser.

Stark, Johannes, Physiker, * 1874, † 1957, Prof. in Aachen, Greifswald, Würzburg, 1933–39 Präsident der Physikal.-techn. Reichsanstalt, Berlin, fand 1905 den Dopplereffekt an Kanalstrahlen und 1913 den → Starkeffekt. 1919 Nobelpreis.

Stärke, *Amylum*, zu den Polysacchariden gehörender pflanzl. Vorratsstoff. S. ist im kalten Wasser unlöslich, beim Erwärmen mit Wasser entsteht Kleister, wobei die S.-Körnchen durch Quellung gesprengt werden. Um S. zu vergären, muß sie durch Säuren in Traubenzucker (Glukose) oder durch das Enzym Amylase in → Maltose gespalten werden. Zwischenprodukte der Spaltung sind die → Dextrine. S. besteht aus der aus nicht oder schwach verzweigten Glukoseketten aufgebauten Amylose (Molekulargewicht 10000–50000) und dem aus stark verzweigten Glukoseketten und gebundener Phosphorsäure aufgebauten Amylopektin (Molekulargewicht 300000 bis 500000), das mit Wasser Kleister liefert. In den Glukoseketten sind Maltosemoleküle vorgebildet. Mit Jod färbt sich S. blau (Jodprobe).

GEWINNUNG. Wichtigstes Ausgangsmaterial ist in Deutschland die Kartoffel. Aus dem zerkleinerten Kartoffelbrei (Reibsel) wird die S. ausgewaschen (S.-Milch), in Trennschleudern abgeschieden, ge-

waschen, in Zentrifugen bis auf einen Wassergehalt von etwa 40 % vorentwässert und in Vakuumtrocknern, Ringetagen-, Teller- oder Umlauftrocknern getrocknet. Die Ausbeute beträgt 90–93 % der in der Kartoffel enthaltenen S.

Weizen-S. wird heute nach dem Martinschen (süßen) Verfahren gewonnen, bei dem sich aus dem Mehl die S. nach der Herstellung eines Teiges gut auswaschen läßt. Reis-S. wird aus Bruchreis erhalten. Dazu muß im Reiskorn die innige Verklebung des S.-Mehls mit den Proteinen mit 0,3 bis 0,5 % iger Natronlauge gelöst werden. Zur Herstellung von Mais-S. wird der unzerkleinerte Mais unter Zusatz von schwefliger Säure bei 40 bis 50 °C mehrere Tage gequollen, in Mühlen grob gebrochen, fein gemahlen und gereinigt. Die Gewinnung der Milo-S. aus Milokorn schließt sich eng an die Maistärkefabrikation an.

VERWENDUNG. Für die Ernährung wird S. als S.-Mehl (Kraftmehl) verwendet; technisch dient sie als Ausgangsstoff zur Herstellung von S.-Klebstoffen, S.-Sirup, S.-Zucker, Dextrose, als Appretur- und Schlichtmittel, zum Wäschestärken, bei der Papierfabrikation, zur Gewinnung von Alkohol (Spiritus). Zeitschrift: Die S. (seit 1948).

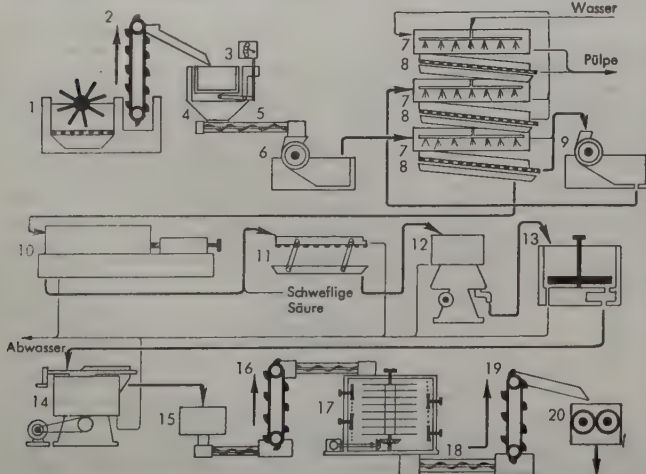
Starkeffekt, die Aufspaltung der Spektrallinien von Atomen und Molekülen im elektr. Feld. Der lineare S. des Wasserstoffatoms beruht auf dem Auseinanderfallen von ursprünglich gleichen, aber zu verschiedenen Quantenzahlen gehörigen Bewegungszuständen; die Aufspaltung ist annähernd proportional zur Feldstärke. Beim *quadrat.* S. höherer Atome wird ein durch das Feld induziertes elektr. Dipolmoment in seiner Richtung gequantelt.

A. SOMMERFELD: Atombau und Spektrallinien (1: '1960, 2: '1960); W. FINKELNBURG: Einf. in die Atomphysik (? '1962).

Starkstrom, Strom mit Spannungen von mehr als 24 V; meist meint man Netzstrom mit Gebrauchsspannungen von 110 V aufwärts. Die Bezeichnung bezieht sich auf die Energieabgabe oder die Leistung des Stroms, nicht auf die Stromstärke. Gegensatz: → Schwachstrom. S.-Technik. → Elektrotechnik.

Startschleuder, *Katapult*, eine Einrichtung, mit der Flugzeuge bei begrenzter Rollbahn gestartet werden können, z.B. auf Schiffen. Das Flugzeug wird mit laufendem Triebwerk auf einen Schlitten gesetzt, der mit Druckluft, Dampf, Raketen oder auf andere Weise so beschleunigt wird, daß sich das Flugzeug nach einem Gleitweg von 10 bis 25 m vom Boden heben kann.

Statik, **TECHNIK**: die Lehre vom Gleichgewicht der Kräfte oder die Lehre vom Spannungszustand und Verschiebungszustand von Tragwerken. Gegensatz: → Dynamik 1). Ein System wird statisch bestimmt genannt, wenn alle daran wirkenden stat. Größen mit Hilfe statischer Gleichungen (Gleichgewichts- und



Stärke: Fabrikation der Kartoffelstärke. Die in der Waschanlage (1) gewaschenen Kartoffeln werden durch den Elevator (2) nach der Waage (3) und in den Bunker (4) befördert. Durch die Schnecke (5) werden die Kartoffeln der Reibe (6) zugeführt, in der sie zu feinem Brei zerkleinert werden. Der Brei wird in den Auswaschapparaten (7) ausgewaschen; auf den Schüttelsieben (8) werden die Stärkekörner von den Fruchtsaft der Kartoffeln getrennt. In der Nachreibe (9) wird weiter zerkleinert und anschließend abwärts ausgewaschen. Die in (8) gewonnene Stärkemilch läuft in die Trennschleuder (10), wo die Stärke vom Frucht-wasser stetig getrennt wird. Die Stärkemilch wird verdünnt, mit schwefliger Säure behandelt, auf dem Schüttelsieb (11) gesiebt, in der Waschzentrifuge (12) gereinigt und konzentriert, danach im Waschtisch (13) wieder verdünnt und durchgerührt. Nach 11–12 Stunden wird das über der Stärke stehende Wasser abgelassen und die Stärke abwärts mit Wasser angerührt. In der Zentrifuge (14) wird die reine Stärkemilch wieder entwässert, dann in den Verteiler (15) geworfen, dem Elevator (16) zugeführt und in den Ringetagentrockner (17) gegeben. Durch die Schnecke (18) wird die Stärke hierauf zum Elevator (19) und zur Mühle (20) befördert, wo sie zu feinem Mehl (Kartoffelmehl) vermahlen wird.

sonstiger stat. Bedingungen) berechnet werden können, sonst heißt es *statistisch unbestimmt*. Einzelgebiete sind die *graphische* und die *analytische S.*, je nachdem, ob geometr. oder algebraische Lösungsverfahren angewandt werden.

Statistik, die Lehre vom durchschnittl. Verhalten von Gesamtheiten aus hinreichend vielen gleichartigen und unabhängigen Systemen. Statistische Methoden sind dann anzuwenden, wenn 1) das Verhalten von Einzelsystemen unwesentlich ist gegenüber dem mittleren Verhalten einer großen Zahl von Individuen (z.B. Wirtschafts-S.), 2) die Übersicht über das Verhalten der Einzelsysteme schwierig ist (z.B. Gase, → statistische Mechanik) und wenn 3) wie bei atomaren Systemen eine kausale Beschreibung des Verhaltens der Einzelsysteme grundsätzlich unmöglich ist (in der Quantenmechanik, → Quantenstatistik).

statistische Mechanik, die von BOLTZMANN und GIBBS begründete allgemeine mathemat. Ausführung der kinet. Theorie der Wärme, bei der der *Ergodensatz* eine grundlegende Rolle spielt. Danach ist in einem aus vielen Teilchen bestehenden physikal. System (z.B. Gas mit Molekülen, die bestimmte Wechselwirkungen ausüben) der makrophysikal. Gleichgewichtszustand völlig bestimmt durch den jeweiligen Energieinhalt. Die s. M. beruht auf klass. Gesetzen; die Berücksichtigung der Quantentheorie führte zur → Quantenstatistik.

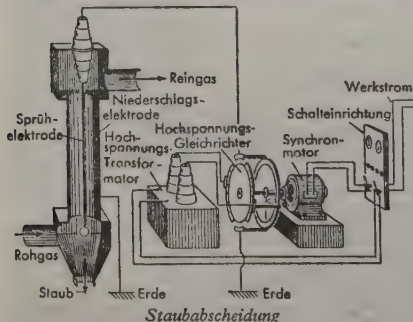
Handbuch d. Physik, hg. v. S. FLÜGGE, Bd. 3, Tl. 2 (1959).

Stator, *Ständer*, der feststehende Teil einer umlaufenden elektrischen Maschine.

Statoskop, **LUFTFAHRT**: hochempfindlicher Höhenmesser, der geringste Abweichungen von einer einstellbaren Flughöhe anzeigt und daher die genaue Einhaltung bestimmter Flughöhen gestattet.

Staub, feinste feste Teilchen (→ Aerosol) mit einem Durchmesser um 0,01 mm, die vom Erdboden aufgewirbelt werden oder Verbrennungsvorgängen entstammen. Die Anzahl der S.-Teilchen in der Luft wird unter dem Mikroskop gezählt (*Konimeter*), durch Messung der Lichtstreuung (*Tyndallometer*) oder elektrostat. Abscheidung bestimmt. In die oberen Schichten der Atmosphäre tritt auch *kosmischer S.* ein (→ interstellare Materie). Feinster eiseit. S. ist der *Löß*.

Die *S.-Entfernung* und *S.-Abscheidung* in Industrieanlagen geschieht meist durch *Entstaubungsanlagen* (*Absaugungsanlagen*). Bei der *trockenmechan.* Abscheidung durchströmt die Luft *Staubkammern* mit Prallwänden oder Plan-, Kasten- oder Schlauchfilter (→ Luftfilter), oder der S. wird in *Flichkraftabscheidern* (Zyklonen) abgeschieden.



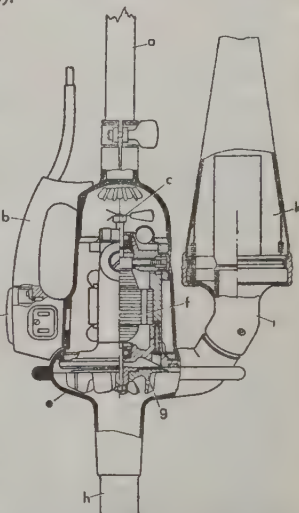
Staubaabscheidung

Naßmechanisch wird der S. in mit Wasser oder Öl besetzten Füllkörpertürmen aus der Luft ausgewaschen. Die *elektrische S.-Abscheidung* (*Elektrofilter*) beruht darauf, daß die durch ein Hochspannungsfeld von 30–80 kV Gleichspannung strömenden Staub- oder Nebelteilchen durch an Sprüh-elektroden erzeugten Gasionen aufgeladen werden und im elektr. Feld zu den Niederschlagselektroden

wandern, von denen sie durch Klopff- oder Schüttelvorrichtungen entfernt werden.

R. MELDAU: Hb. der Staubtechnik, Bd. 1 (*1956), Bd. 2 (*1958).

Staubsauger, ein trag- oder fahrbares Entstaubungsgerät. Ein durch Elektromotor getriebener Ventilator saugt durch eine über die zu reinigenden Gegenstände geführte Düse die staubhaltige Luft an (Luftgeschwindigkeit im Saugrohr etwa 8–12 m/s, Luftmenge bis zu 60 m³/min), die durch ein Staubfilter strömt und dabei wieder gereinigt wird. Meist hat ein S. Zusatzgeräte zum Klopfen, Bürsten, Bohnern, Zerstäuben.



Staubsauger: a Stiel, b Griff, c Lüfter zur Motorkühlung, d Schalter, e Gehäuse, f Motor, g Schaufelrad zur Luftförderung, h Saugstutzen, i Anschlußstutzen, k Staubbeutel.

stauchen, **FERTIGUNGSTECHNIK**: ein Verfahren der spanlosen Formung, bei dem das Material in Richtung der wirkenden Kräfte zusammengedrückt wird.

Stauchversuch, **WERKSTOFFPRÜFUNG**: eine Schmiedeprobe, bei der die Prüfstücke in kaltem oder glühendem Zustand auf ein bestimmtes Maß gestaucht oder geschlagen werden, wobei sich keine Risse bilden dürfen.

Staudinger, Hermann, Chemiker, * 1881, Prof. in Karlsruhe, Zürich, Freiburg i. B., arbeitete grundlegend über die Chemie der makromolekularen Verbindungen, bes. über Zellulose, Kautschuk und Isopren, fand eine Beziehung zwischen Viskosität und Molekulargewicht, führte eine neue Einteilung der organ. Kolloide durch. 1953 Nobelpreis.

Staudruck, **dynamischer Druck**, bei einem von einer Flüssigkeit (Gas) umströmten Körper die Druckdifferenz zwischen Gesamtdruck (Druck im *Staupunkt*) und statischem Druck der ungestörten Strömung. *Staudruckmesser* → Staurohr.

Stauferfette, **Schmiermittel** für Maschinen, meist Mineralöle mit Kalkseifen. S. werden an der Schmierstelle in die *Stauferbüchse*, eine verstellbare Fettbüchse, gefüllt.

Staugitter, der gitterförm. vordere Abschluß des Ansaugstutzens für den Lufttritt in den Flugmotor oder Windkanal.

Staupunkt, Punkt an der Oberfläche eines von einer Flüssigkeit (oder einem Gas) umströmten Körpers, an dem die Flüssigkeit relativ zum Körper in Ruhe ist. Bei der Strömung um ein Hindernis staut sich die Strömung unmittelbar vor dem Hindernis und zerteilt sich nach allen Seiten, um das Hindernis zu umfließen. Der Mittelpunkt dieses Staubegebietes ist der S.

Staurohr, **Prandtl'sches S.**, *Staudruckmesser*, eine Kombination von → Pitotrohr und Drucksonde, einem abgerundeten, geschlossenen Rohr mit seitl. Schlitzen, zur Messung des Staudrucks in Flüssigkeiten. Im Raum zwischen Pitotrohr und äußerer Ummantelung stellt sich der stat. Druck ein, wenn

das S. in Strömungsrichtung gestellt wird; im Innern des Pitotrohrs wird der Gesamtdruck gemessen. Die Differenz zwischen Gesamtdruck und stat. Druck ist der Staudruck.

Staurolith, braunes rhombisches Mineral, $2Al_2SiO_5$, $Fe(OH)_3$, das in häufig kreuzförmig verzwilligten Kristallen in metamorphisierten Ton- und Glimmerschiefern vorkommt.

Strahltriebwerk, → Strahltriebwerk.

Stautafe (TAFEL Kraftwerk I), Sammelbezeichnung für Wehranlage, Schleusen und Kraftwerk bei Flusskanalisationen.

Stearin, 1) *Tristearin*, das Triglycerid der → Stearinsäure, ein Hauptbestandteil der festen Fette.

2) Gemisch von Stearin- und Palmitinsäure, aus Rinder- und Hammeltalg; Rohstoff der Kerzen-, Seifen-, Leder- und kosmet. Industrie.

Stearinsäure, $CH_3(CH_2)_{18}COOH$, eine Fettsäure, deren Glycerinester das Stearin bildet.

Stearopten, paraffin-verbundener Kohlenwasserstoff, der in einigen Blütenölen, vor allem dem Rosenöl, vorkommt.

Steatit, Mineral, → Talk.

Stecher, eine Vorrichtung am Jagdgewehr, durch die der Abzug so eingestellt werden kann, daß die leiseste Berührung zum Abfeuern genügt.

Stechuhr, 1) Stempeluhr (→ Stempel).

2) Wächterkontrolluhr (→ Kontrolluhr).

Steckdose, in oder auf der Wand installierte Anschlußvorrichtung (*Steckvorrichtung*), deren Kontakthülse, die die Kontaktstifte des *Stechers* umgreifen, mit der elektr. Hausinstallation verbunden sind. *Schutzkontakt-S.* und *-stecher* sind mit Schutzkontakt versehen, über den das Gehäuse eines elektr. Gerätes geerdet wird. Der *Anschlußwirfel* ist eine mit Stecker beweglich angeschlossene S., an die mehrere Stecker angeschlossen werden können.

Steckelwalzwerk, ein Warmband-Umkehrwalzwerk, → Breitbandstraße.

Steckschlüssel, ein → Schraubenschlüssel.

Stefan-Boltzmannsches Gesetz: die Gesamtstrahlung eines schwarzen Körpers ist proportional der 4. Potenz seiner absoluten Temperatur.

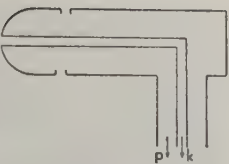
Steg, DRUCKTECHNIK: rechteckiges Material zum Ausfüllen nichtdruckender Zwischenräume in der Druckform sowie als Unterlage für Druckplatten.

Steigseil, 1) eine Art Fußklammer aus Stahl zum Erklettern hölzerner Leitungsmasten. S. dürfen nur in Verbindung mit einem Sicherheitsgurt verwendet werden.

2) Sprossenstufen oder eingemauerte Bügel an Wänden und Schornsteinen zum Aufsteigen.

Steig- und Sinkgeschwindigkeitsmesser, ein Meßgerät, das aus der Schnelligkeit der Luftdruckänderung beim Steigen oder Sinken eines Luftfahrzeuges die jeweilige

Vertikalgeschwindigkeit mißt und anzeigt, im Prinzip eine Druckdose, auf die von außen der stationäre Luftdruck einwirkt, während der Innendruck sich bei Änderungen des Außendruck-



Prandtl'sches Staurohr; p Gesamtdruck, p_k statischer Druck, Staudruck $h-p$.

kes mit diesem über eine Kapillare langsam ausgleicht. Eine Abart des S., das *Stauscheiben-Varimeter* hat keine Druckdose, sondern eine Kammer mit einer beweglichen Stauscheibe.

Steigung, das Gegenteil von → Gefälle. Bei Verkehrswegen ist: *maßgebende S.* die S., bei der die Höchstlast eines Fahrzeugs ohne Vorspann und ohne Überlastung der Zugkräfte befördert werden kann; andernfalls *schädli. S.* Bei *verlorener S.* wird eine erreichte Höhe durch eine Gefällstrecke mit so großer Neigung wieder verlassen, daß gebremst werden muß.

Steigungsprüfer, Gerät mit zwei Kugeltastern zur Prüfung der Gewindesteigung von Gewindebohrern und Werkstücken.

Steilheit, → Elektronenröhre.

Stein, fester, harter anorgan. Körper, bes. Mineral (→ Mineralien) oder Mineralgemenge (→ Gesteine); beim Juwelier der → Edelstein; im Bauwesen → Kunststeine, → Mauersteine; in der Hüttentechnik ein von Schlacken getrenntes Schmelzprodukt der Erze, vorherrschend aus Schwefelmetallen.

Steinbruch, Anlage zur Gewinnung nutzbarer → Gesteine im Tagbau durch → Bohren und → Sprengen.

Steindruck, *Lithographie*, ältestes → Flachdruckverfahren, bei dem die Zeichnung mit Fettkreide oder -tusche direkt oder durch Umdruck auf eine Platte aus Solnhofener Kalkschiefer (neuerdings auch auf synthet. Stein) oder, meist photograph., auf Zink- oder Aluminiumplatten aufgebracht wird; anschließend wird der Stein mit Gummiarabicumlösung geätzt, worauf beim Einfärben mit fetter Druckfarbe nur die Zeichnung Farbe annimmt, während die feuchtgehaltenen bildfreien Stellen farbfrei bleiben. Von der eingefärbten Druckform wird in der Presse der Abdruck auf Papier genommen. Bei der *Photolithographie* wird von einem photograph. Negativ ein Bild auf dem Stein erzeugt. – Der S. wurde 1796–98 von A. SENEFELDER in München erfunden, im 20. Jahrhundert allmählich durch den Offsetdruck verdrängt. Er wird heute noch auf speziellen Gebieten verwendet, wo es auf größte Maßgenauigkeit ankommt, z. B. in der Kartographie.

Steingut, Tonwaren mit nichtverglastem, undurchscheinendem Scherben, → Keramik.

Steinholz, ein fugenloser, mit anorgan. Farbstoffen färbbarer Fußbodenbelag aus kaustisch gebrannter, gemahlener Magnesia als Grundstoff, Holzmehl, Sägespänen, Korkmehl oder -schrot, Häcksel u. ä. als Füllstoff und Magnesiumchloridlauge als Bindemittel. S. gibt einen warmen, schalldämpfenden Fußboden, ist nicht brennbar, bietet Sicherheit gegen Ungeziefer, Fäulnis, Schwamm, kann genagelt, gesägt und gebohrt werden.

Steinkohle, tiefschwarze → Kohle.

Steinkohleneinheit, *SKE*, ein techn. Energiemaß, der mittlere Energiegehalt von 1 kg Steinkohle, = 7000 kcal; wird zur statist. Zusammenfassung des Energieinhaltes verschiedener fester (Steinkohlen, Braunkohlen), flüssiger (Rohöl, Erdöl- und Kohlenzerzeugnisse) und gasförmiger Brennstoffe (Methan/Erdgas, Kohlen-gase) verwendet.

Steinsalz, kubisches Mineral $NaCl$, → Salz.

Steinzeug, *Tonzeug*, Tonwaren mit verglastem, dichtem Scherben, → Keramik.

Stellarator, amerikan. Versuchsanlage zur → Kernschmelzung (dort BILD).

Stellit, eine Hartmetall-Legierung, → Hartmetalle.

Stellmotor, *Servomotor*, ein elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch arbeitendes Hilfsgerät am Ausgang eines Reglers (→ Regelung), das das Eingangelement des zu regelnden Systems (Regelstrecke) betätigt.

Stelling, MASCHINENBAU: meist ein Stahlring, der so auf einer Welle oder Achse befestigt ist, daß er sich gegen andere Maschinenteile (Lager) abstützt oder andere Teil (Rad) in bestimmter Lage auf der Achse festhält.

Stellwerk, EISENBAHN: Anlage zur zentralen



Steigseil

Stemmeisen – Sterine

Bedienung von Signalen und Weichen. Beim *mechan.* S. wird die Stellbewegung vom Hebel durch Drahtzug oder Gestänge auf Signale und Weichen übertragen, beim *elektr.* S. werden Signale und Weichen elektr. gestellt. Beim *Spurplanstellwerk*, einer Weiterentwicklung des $\rightarrow$ Gleisbildstellwerks, sind die Weichen nach Räumung durch das Fahrzeug früher umstellbar und können sofort wieder für andere Fahrten eingestellt werden.

Stemmeisen, meißelartiges Werkzeug zum Ausarbeiten von Einschnitten oder Löchern in Holzteilen.

Stempel, 1) ein mit Gummi- oder Stahltypen versehenes Druckgerät. Bei *Zeit- und Datum-S.* kann das Stempelwerk von einer Uhr automatisch gestellt werden. Die *S.-Maschine* dient zum Abstempeln und Entwerfen der Postwertzeichen. Die *S.-Uhr* ist ein Zeitstempel mit selbsttätig von einer eingebauten Uhr eingestellten Zeitangabe. 2) TUNNEL- und BERGBAU: die die Kapfen der Geviere, die Sparren der Sparrenzimmerung und die Kronbalken der Joche (Jochzimmerung) nach unten abstützenden stehenden Teile. 3) $\rightarrow$ prägen.

Stempelfarbe, graph. Farbe für Handdrucke und Stempel, wird auf *Stempelkäse* aufgetragen. Für Metallstempel (Poststempel) dienen Ruß und fettlös. Farbstoffe, in einem nichttrocknenden Öl verteilt, für Gummistempel Lösungen von Teerfarbstoffen (z. B. Nigrosin, Eosin, Methylviolett), mit einem Klebstoff und etwas Glycerin vermischt.

Stephenson, George, engl. Ingenieur, * 1781, † 1848, führte die Dampflokomotive durch wichtige Verbesserungen (Kuppelstange, Rauchrohrkessel, schräge Zylinder) aus dem Versuchsstadium heraus zu wirtschaftlicher Nutzenanwendung; gründete die erste Lokomotivfabrik der Welt in Newcastle.

Steradian, Einheit des $\rightarrow$ Raumwinkels.

Stereoakustik, die Wissenschaft vom räumlichen Hören.

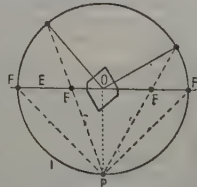
Stereoautograph, ein Auswertegerät der $\rightarrow$ Photogrammetrie.

Stereochemie untersucht die räuml. Anordnung der Atome in chem. Verbindungen. In neuerer Zeit verwendet man häufig Modelle, in denen die Atome durch Kugeln und Kugelkalotten von einigen cm Durchmesser dargestellt und zu Molekülen oder Kristallgittern zusammengesetzt werden (TAFEL Chemie D). *Stereoisomerie*, $\rightarrow$ Isomerie.

S. GOLDSCHMIDT: S. (1953).

Stereofilm, plastischer Film, ein mit der $\rightarrow$ Stereokamera aufgenommener Filmstreifen, dessen Teilbilder jedes nur für ein Auge bestimmt sind. Die Teilbilder können neben- oder übereinander, bei $\rightarrow$ Vektographen und $\rightarrow$ Anaglyphen auch aufeinander liegen. Eine scheinbare Raumwirkung erreichen die Verfahren $\rightarrow$ CinemaScope und $\rightarrow$ Cinerama. Die Raumillusion kann bei allen S. durch Stereophonie verstärkt werden.

stereographische Projektion, KRISTALLOGRAPHIE: eine Kristallprojektion, bei der die Kristallflächen als Punkte, *Flächenpole*, erscheinen. Aus einem Punkt O im Kristall werden Lote auf jede Kristallfläche gefällt und von den Durchstoßpunkten der Lote durch eine Kugel um O zu einem Punkt P auf der Kugel Geraden gezogen, deren Schnittpunkte mit einer auf OP senkrechten, durch O gehenden Ebene E die Flächenpole F der s. P. sind.

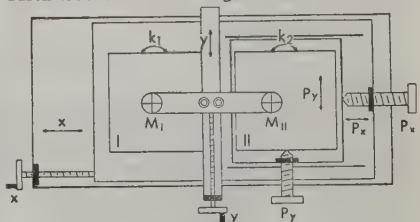


stereographische Projektion, schematische Darstellung.

Stereoide, Abkömmlinge der $\rightarrow$ Sterine.

Stereokamera, ein photographischer Apparat, mit dem gleichzeitig von zwei meist im Augenabstand (Basis = 65 mm) nebeneinanderliegenden Punkten aus mit zwei gleichen Objektiven oder durch eine Spiegelanordnung in Verbindung mit einem Objektiv zwei Teilbilder für $\rightarrow$ Raumbildverfahren aufgenommen werden.

Stereokomparator, ein Doppelmikroskop zur stereoskop. Ausmessung zweier zusammengehörender Meßbilder (aufgenommen zur Geländevermessung oder zur Feststellung von Veränderungen am Fixsternhimmel). Die beiden auf den Bildträgern befestigten Bilder I und II werden ausgerichtet durch Drehen der Bildträger in ihrer Ebene (k_1



Stereokomparator

und k_2) und durch das aus den Einzelmikroskopen M_I und M_{II} bestehende Stereomikroskop betrachtet. Durch Verschieben der Bilder in x-Richtung und des Stereomikroskopes in y-Richtung werden die auszumessenden Punkte in das Gesichtsfeld der Mikroskope gebracht. Zur Messung muß eine Meßmarke scheinbar auf dem stereoskop. gesehenen Meßpunkt aufliegen. Aus den an P_x und P_y gemessenen Koordinatendifferenzen werden Lage und Ort des Punktes im Raum berechnet.

Stereometrie, die Geometrie der räuml. Gebilde, bes. der Körper.

Stereophonie, die Aufnahme und Wiedergabe von Geräuschen so, daß der räuml. Eindruck erhalten bleibt, $\rightarrow$ Schallplatte.

Stereoskop, ein opt. Gerät zum Betrachten von Stereobildpaaren, $\rightarrow$ Raumbildverfahren. Beim Spiegel-S. ist die Augenbasis durch zwei Doppelspiegel stark erweitert, wodurch sich größere Räume erfassen lassen.

Stereotalemeter, Raumbild-Entfernungsmesser, $\rightarrow$ Entfernungsmesser.

Stereotop, mit einem $\rightarrow$ Storchschnabel verbundenen Stereoskop für kartograph. Zwecke.

Stereotypie, ein Verfahren zur Vervielfältigung von Hochdruckformen (Schriftsatz, Druckstöcke), meist durch Einprägen in feuchte Pappe. Die Abdrucke (*Matern*) werden mit einer Bleilegierung ausgegossen. Für Flachformen wird die Platte eben, für Rotationsdruck halbrund gegossen.

Sterilisation, das Abtöten sämtlicher Mikroorganismen (außer manchen hitzebeständigen Sporenbildnern) durch Erhitzen auf 100–130°C, im Unterschied zur $\rightarrow$ Desinfektion. Die S. dient z. B. zum Keimfreimachen ärztl. Geräte, Verbandstoffe usw. ($\rightarrow$ Konservierung, $\rightarrow$ pasteurisieren).

Sterine, eine Klasse von Naturstoffen, deren bekanntester Vertreter das $\rightarrow$ Cholesterin ist. Die S., komplizierte hydroaromat. Alkohole, teils frei, teils mit höheren Fettsäuren verestert, sind in jeder Zelle vorhanden. Man unterscheidet tier. S. (*Zoo-S.*), pflanzl. S. (*Phyto-S.*) und Pilz-S. (*Myco-S.*). Zoo-S. sind das Cholesterin und das Koprosterin; zu den Phyto-S. gehören das Sitosterin (aus Weizenkeimlingen) und das Stigmasterin (aus Kalaburbohnen), zu den Myco-S. das Ergosterin. Die S. leiten sich vom gleichen chem. Grund-Skelett des Perhydrozyklopenten-phenanthren-Systems ab, das durch Einfügung von Doppelbindungen, Seitenketten, Hydroxyl- und Ketogruppen in den Ringen A, B, C und D sowie durch sterische Isomerien zu den einzelnen Derivaten abgewandelt wird. Sterinderi-

vate (*Steroide*) sind auch die Sexualhormone, die Hormone der Nebennierenrinde, das Vitamin D, zahlreiche Herzglykoside, gewisse Saponine und Bufotoxin, das Gift der europ. Kröte *Bufo vulgaris*, die Gallensäuren.

LETTRE-INHOFFEN-TSCHESCHE: Über Sterine, Gallensäuren u. verwandte Naturstoffe (1954).

Sternbedeckung, Bedeckung von Fixsternen durch den Mond bei dessen Bewegung entlang seiner Bahn. Aus den S. wird vor allem die Mondbedeckung genau festgelegt.

Sternbilder, die Zusammenfassung von Sternen an der Sphäre zu Gruppen (BILD Sternkarten); die Namen stammen größtenteils aus dem Altertum, am Südhimmel auch aus neuerer Zeit. Die 12 in der → Ekliptik liegenden S. werden als *Tierkreis* zusammengefaßt. An die Stelle der figürl. Bilder ist jetzt eine nach S. benannte schematische Aufgliederung des Himmels getreten.

O. THOMAS: Atlas der S. (Salzburg 1945).

Stern-Dreieck-Schalter, ein einfaches Schaltgerät zum Anlassen von Drehstrom-Kurzschlußläufermotoren: In der Anlaßstellung (Sternstufe) sind die drei Phasenwicklungen des Motors in „Stern“ geschaltet und an die Betriebsspannung (z. B. 380 V) gelegt; jede Phasenwicklung erhält dann $380/\sqrt{3} = 220$ V. Das Quadrat dieser Niederspannung (Klemmenspannung) und das Anlaufmoment des Motors sind unmittelbar voneinander abhängig, also sinkt die Anlaßleistung und damit die Stromaufnahme auf $1/3$ des Betriebswertes. Hat der Motor seine volle Umdrehungszahl und damit seine niedrigste Anlaufstromstärke erreicht, schaltet man auf Betriebsstellung um. Die Phasenwicklungen des Motors sind jetzt in „Dreieck“ geschaltet, jede Wicklung liegt an Betriebsspannung. Entsprechend der Umdrehungszahl beim Umschalten wird die Anlaufstromstärke begrenzt.

Sterne (TAEEL Sterne), volkstümlich die → Fixsterne und → Planeten, astronomisch nur die Fixsterne. Trotz ihrer Größe erscheinen die Fix-S. bei stärkster Vergrößerung punktförmig und trotz ihrer Bewegung von durchschnittlich 20 km/s wegen ihrer großen Entfernungen an ihrem Ort feststehend.

Die **Sternentfernungen** werden in → Lichtjahren oder → Parsek angegeben. Die photometr. S.-Entfernungen werden aus der gemessenen scheinbaren (*m*) und der indirekt ermittelten absoluten Helligkeit (*M*) nach der Formel $5 \cdot \log r = m - M + 5$ unter Berücksichtigung einer interstellaren Absorption errechnet. Während man mit der geometr. Methode (Parallaxe, Doppel-S.) nur S.-Entfernungen bis einige 100 Parsek ermitteln kann, greift die photometr. über das Milchstraßensystem hinaus bis an die Grenzen des mit den größten Teleskopen erfassbaren Raumes. Die nächsten S. sind Proxima Centauri und der Doppelstern α Centauri mit 1,3 Parsek, die nächsten S.-Systeme die beiden → Magellanschen Wolken mit 45000 Parsek. Die mit den größten Teleskopen noch erreichbaren S.-Systeme dürften rund $6 \cdot 10^6$ Parsek entfernt sein.

Die **scheinbare Helligkeit** (→ scheinbare Größe) der S. steht durch die Gleichung $m = -2,5 \log I$ in Beziehung zur Intensität (*I*). Entsprechend dem Spektralbereich der Messung kennt man die *visuelle* oder *Gelb-Helligkeit*, die *photographische* oder *Blau-Helligkeit* sowie die *Rot-* und *Violett-Helligkeit*. Auf den ganzen Spektralbereich ist die *bolometrische Helligkeit* bezogen.

Der scheinbare **Winkeldurchmesser** der S. ist wegen ihrer großen Entfernung unmeßbar klein und konnte nur bei einzelnen S. mit dem → Interferometer gemessen werden. Aus dem Winkeldurchmesser und der Entfernung ergibt sich der *lineare S.-Durchmesser*. Bei Bedeckungsveränderlichen (→ Algol) kann der Durchmesser aus dem geometr. und zeitl. Ablauf der Bedeckung und den diesen parallellgehenden Helligkeitsänderungen bestimmt werden, wenn man aus Radialgeschwindigkeits-Messungen die Geschwindigkeit der Bahnbewegung der beiden Komponenten des Systems kennt. Die S.-Durchmesser liegen in der Regel etwa zwischen 0,5 bis 50 Sonnendurchmessern.

Die **Temperaturen** der S. liegen zwischen etwa 2000°K bis 30000°K, in Einzelfällen (Zentralsterne Planetarischer Nebel) erreichen sie 100000°K und mehr. Sie steigen zum S.-Innen an und dürften im Zentrum der meisten S. Werte von $20 \cdot 10^6$ (bis $35 \cdot 10^6$) Grad erreichen.

Die **S.-Massen**, meist ausgedrückt in Einheiten der Sonnenmasse ($1,99 \cdot 10^{33}$ g), werden berechnet auf Grund beobachteter Schwerewirkungen, z. B. bei → Doppelsternen oder beim Auftreten der von der allgemeinen Relativitätstheorie geforderten → Rotverschiebung. Die S.-Massen liegen mit wenigen Ausnahmen zwischen 0,2 und 4 Sonnenmassen. Die kleinsten Massen von 0,01 Sonnen haben die unsichtbaren Begleiter in Doppelsternsystemen, die größten Massen von rd. 400 Sonnen die Überriesen hoher Temperatur.

Die **Eigenschaften (Zustandsgrößen)** der S. stehen zueinander in Beziehungen, die für S. der beiden → Populationen teilweise verschieden sind (→ Hertzsprung-Russell-Diagramm, → Masse-Leuchtkraft-Beziehung).

Die **S.-Atmosphären** umfassen die über der Photosphäre eines S. liegenden Schichten, in denen die Absorptionslinien (Fraunhoferschen Linien) des S.-Spektrums entstehen, die zur Bildung von Spektralklassen dienen. Die Elementenhäufigkeit ist bei allen S. fast gleich.

ANZAHL DER ATOME IN STERNATMOSPHÄREN IM VERHÄLTNIß ZU DEN WASSERSTOFFATOMEN

(*H* = 1000 gesetzt)

He	191	C	0,151	S	0,014
O	0,815	Fe	0,099	Al	0,004
Ne	0,760	Mg	0,050	Na	0,003
N	0,240	Si	0,042	Ca	0,003

Die Energie der S. stammt aus Prozessen der Kernumwandlung. Die Verteilung von Druck, Temperatur und Dichte im S.-Innenen werden

Die WICHTIGSTEN SPEKTRALKLASSEN

Population I Spektral-Klasse	Linien- und Bandenspektren	Oberfl. Temp. 1000° C	Masse Sonne = 1	Dichte Sonne = 1	Bemerkung
B	He, H	20	15	0,03	Zwergsterne
A	H	11	2,8	0,24	
d F	H + Metalle	7,7	1,4	0,52	
d G	Metalle	6,0	0,9	0,80	
d K	Metalle	5,0	0,6	1,64	
d M	Moleküle	3,0	0,3	2,5	Riesensterne
g F	„	7,5	2,5	$3,5 \cdot 10^{-3}$	
g G	„	5,5	2,5	$4 \cdot 10^{-3}$	
g K	„	4,5	2,5	$0,7 \cdot 10^{-3}$	
g M	„	2,5	2,5	$0,03 \cdot 10^{-3}$	
c B	„	20	~25	10^{-4}	Überriesen
c K	„	4	~10	10^{-6}	
~ A 5	„	10	~0,5	10^4	Weißer Zwerge

Sternhaufen – Sternkataloge

unter verschiedenen Annahmen über die Verteilung der Energiequellen berechnet. Bei den heißen S. entstammt die Energie dem Kohlenstoffzyklus ($\rightarrow$ Bethe-Weizsäcker-Zyklus), bei den anderen der Proton-Proton-Reaktion. Als Energieerzeuger kommen weiter in Frage die durch Kontraktion hervorgerufene Umwandlung von Gravitationsenergie in Wärme und die durch Atomspaltung freiwerdende Kernenergie. Das Alter der meisten S. dürfte danach von der Größenordnung 3 bis $4 \cdot 10^8$ Jahre sein. Die S. hoher Temperatur jedoch können nur ein Alter von 10^6 bis 10^8 Jahren haben, sie bilden sich wohl heute noch aus der $\rightarrow$ interstellaren Materie. Ein kleiner Prozentsatz von S. weist teils unregelmäßige, teils periodische Veränderungen der Zustandsgrößen auf ($\rightarrow$ Veränderliche Sterne). Etwa 10 bis 20 % sind Doppelsterne.

W. BECKER: S. und Sternsysteme (*1950); H. SIEDENTOPF: Grundriß der Astrophysik (1950); A. UNSÖLD: Physik der Sternatmosphären (*1955).

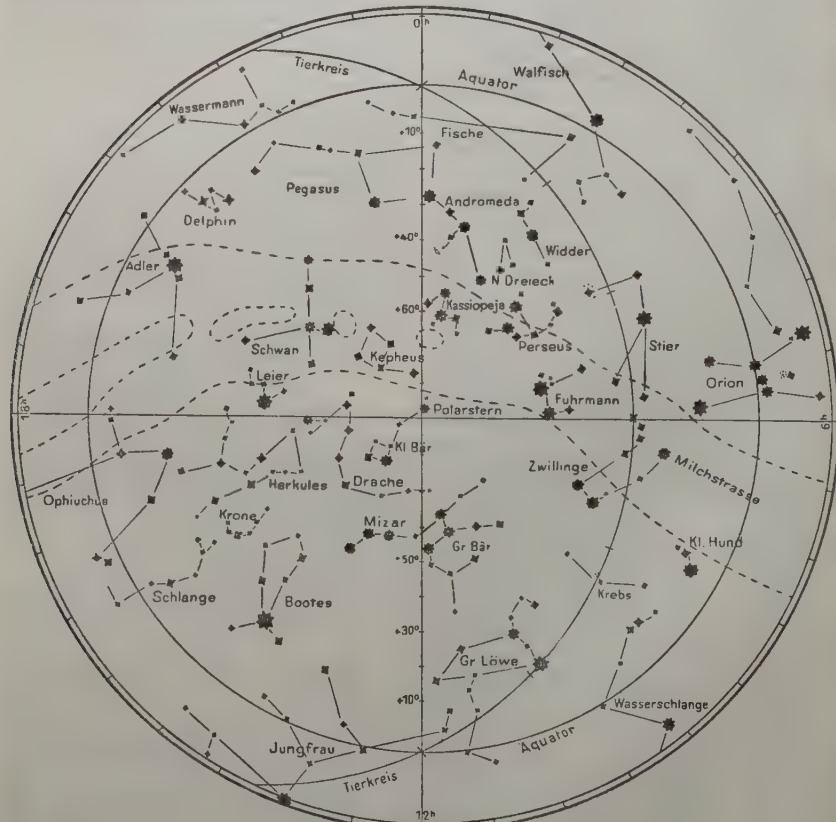
Sternhaufen (TAFEL Sterne), Anhäufungen von Sternen auf beschränktem Raum. Die etwa 400 offenen S. des $\rightarrow$ Milchstraßensystems bestehen aus einigen Dutzend bis einigen 1000 Sternen; mit freiem Auge sind die *Plejaden* und die *Präsepe* erkennbar. Offene S. kommen bevorzugt in den Spiralarmen vor ($\rightarrow$ Sternsysteme), ihre Durchmesser betragen etwa 4–6 Parsek. *Bewegungs-S.* geben sich durch die gemeinsame Bewegung ihrer Sterne zu erkennen. Eine besondere Form der offenen S. sind die *Sterngesellschaften* (*Sternassoziationen*), junge S.

aus sehr heißen Sternen, die nicht selten durch ihre gemeinsame Fortbewegung vom Haufenzentrum eine Expansion anzeigen. Die etwa 100 *kugelförmigen S.* (*Kugelhaufen*) des Milchstraßensystems sind bedeutend sterreicher als die offenen S. Ihre Stern-dichte ist im Kern so groß, daß sie nicht einmal mit den größten Teleskopen in Einzelsterne aufgelöst werden können. Sie bewegen sich in Keplerbahnen verschiedener Neigung um den galakt. Kern (Sternbild Sagittarius) und kommen in allen galakt. Breiten vor, bes. in Kernnähe ($\rightarrow$ Milchstraße). Ihre Durchmesser betragen rd. 50–70 Parsek.

W. BECKER: Sterne und Sternsysteme (*1950).

Sternkarten, *Himmelskarten*, *Sternatlanten*, kartograph. Darstellungen des Sternhimmels. *Drehbare S.* zeigen für jeden Zeitpunkt die Stellung des Sternhimmels zum Horizont an.

Sternkataloge, systematisch geordnete Verzeichnisse von Sternen mit ihren Koordinaten (*Positionskataloge*), Bewegungen, Entfernungen, Helligkeiten, Farben und Spektraltypen oder von Himmelsobjekten besonderen Charakters (Doppelsterne, Sternhaufen, Veränderliche Sterne, Sternsysteme, Nebel). Positionskataloge dienen der Orientierung am Himmel und der Feststellung der Bewegungen der Sterne, so bes. die Kataloge der Astronom. Gesellschaft mit *Zonenkatalogen* aller Sterne bis etwa zur 9. Größe ($\rightarrow$ Größenklasse). Der genauen Festlegung des astronom. Koordinatensystems und der Orts- und Zeitbestimmung dienen die *Fundamentalkataloge*.



Sternkarten: nördlicher Sternhimmel

Sternschaltung, eine Schaltungsart für Drehstrom-Maschinen und -Verbraucher, → Drehstrom.
Sternschnuppen, Teilchen meteorischer Materie (→ Meteor) kleiner als 1 mm, 10–100 mg schwer, die mit Geschwindigkeiten von 11 bis 70 km/s in die Erdatmosphäre eindringen und bei ihrem kurzen Aufleuchten eine angenähert geradlinige Bahn beschreiben. Der Leuchtvorgang, der sich in einer Höhe von 80 bis 120 km abspielt, kommt durch die Reibungswärme des Körpers an der Luft, durch Kompression der Luft und Lumineszenzvorgänge zustande.

DIE WICHTIGSTEN STERNSCHUPPENSCHWÄRME

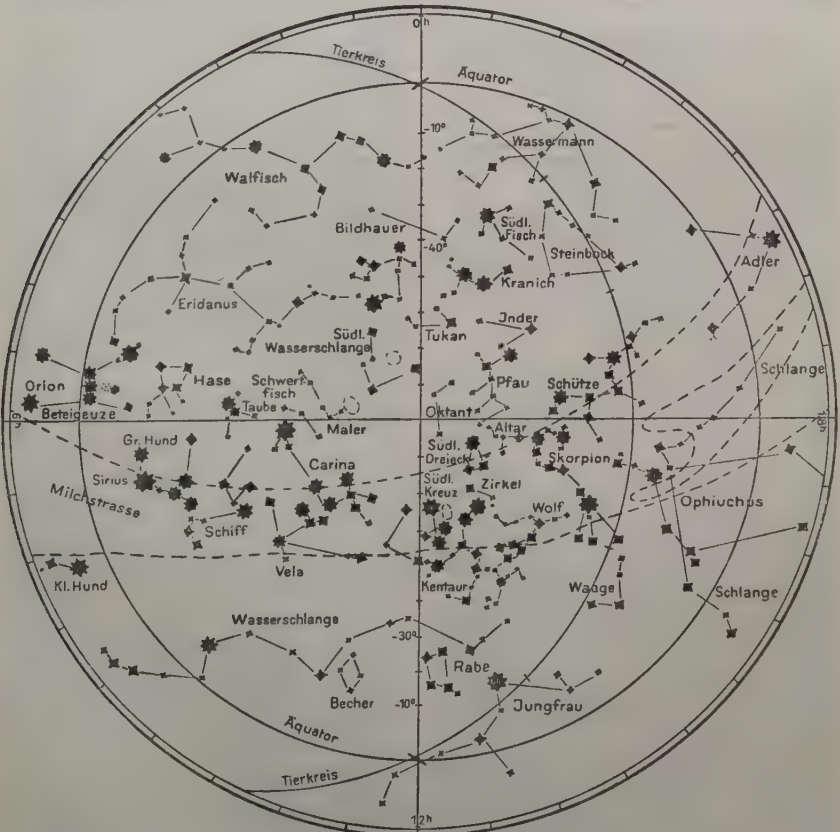
Name	Zeit	Anzahl/h	Dauer (Tage)	Komet
Aquariden ...	3. 1.	35	1	–
Lyriden ...	21. 4.	12	2	–
η -Aquariden ...	4. 5.	12	10	Halley
Drakoniden ...	28. 6.	12	5	Pons-Winnecke
δ -Aquariden ...	30. 7.	20	15	–
Perseiden ...	11. 8.	50	20	1862 III
(Laurentius-schwarm)				
Giacobiniden ...	9. 10.	50	1	Giacobini-Zinner
Tauriden ...	31. 10.	12	30	Encke
Leoniden ...	16. 11.	20	5	1866 I
(Novemberschwarm)				
Geminiden ...	13. 12.	40	5	–

Durchschnittlich sind stündlich mit freiem Auge etwa 6 S. zu beobachten, was, je Tag auf die gesamte Erdoberfläche berechnet, 10 Mio S. ausmacht. Einschließlich der teleskopischen dürften es über $5 \cdot 10^8$ S. sein, wodurch täglich ein Massenzuwachs der Erde von etwa 1 t entsteht. 30 % aller S. fallen als S.-Schwärme zu einer bestimmten Zeit; sie scheinen von einem bestimmten Punkt der Sphäre (Radiationspunkt, Radiant, Ausstrahlungspunkt) her zu kommen, nach dessen Sternbild sie benannt werden.

K. HOFMEISTER: Die Meteore (1937).

Sternströme, Sternriften, die Erscheinung, daß eine Anzahl Fixsterne eine gemeinsame Bewegung durch den Raum ausführen. Sie streben dabei einem gemeinsamen Punkt zu, dem Konvergenzpunkt ihrer Eigenbewegungen. Man kennt etwa ein Dutzend S.; von ihnen ist der *Ursa maior-Strom* der bekannteste, dem unter anderen die meisten Sterne des Großen Bären angehören.

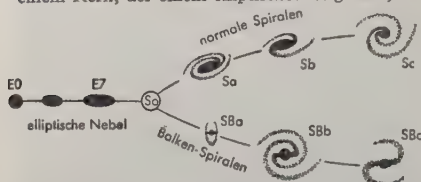
Sternsysteme (TAFEL Sterne), Ansammlungen von einigen 100 Mio bis zu mehreren Mia Sternen und → interstellarer Materie, die voneinander durch weite Strecken leeren intergalaktischen Raumes getrennt sind, sich aber an manchen Stellen zu Haufen von S. zusammenfinden (Nebelhaufen). Man unterscheidet S. von unregelmäßigem, von elliptischem (E_1 bis E_7) und von spiralförmigem Bau (normale Spiralen S_1 bis S_7 oder Balkenspiralen SB_a bis SB_c , in Richtung zunehmender Auflockerung, BILD). Unregelmäßige S. bestehen aus einer Gruppe von Sternwolken; elliptische S. zeigen eine vollkommen regel-



Sternkarten: südlicher Sternhimmel

Sternwarten – Stickstoff

mäßige Verteilung der Sterne derart, daß die Flächen gleicher Sterndichte Ellipsoide sind; interstellare Materie fehlt in ihnen. Spiralförm. S. bestehen aus einem Kern, der einem elliptischen S. gleicht, um



Sternsysteme: schematische Darstellung der Erscheinungsformen (kein Entwicklungsschema); nach R. Müller, Astronomisches ABC.

den sich in einer Ebene Spiralarme legen. In der Reichweite der größten Spiegelteleskope liegen weit über 100 Mio S. Die größten S. haben Durchmesser von rund 100 000 Lichtjahren (Andromedanebel, Milchstraßensystem). S. bewegen sich um so rascher voneinander fort, je weiter sie voneinander entfernt sind (Expansion der Welt). Die größte bisher gemessene Geschwindigkeit beträgt 120 000 km/s. Rechnet man mit der heutigen Expansionsgeschwindigkeit auf den Anfang der Expansion zurück, so findet man etwa $4 \cdot 10^9$ Jahre. Dieser Wert wird vielfach als das Alter der Welt angesehen.

H. VOGT: Die Spiralnebel (1946); W. BECKER: Sterne u. S. (*1950).

Sternwarten, Astronomische Observatorien (TAFEL Astronomische Instrumente), beherbergen die →astronomischen Instrumente und dienen der Erforschung der Natur der Himmelskörper; sie werden außerhalb der Städte in freier Lage, möglichst auf Bergen, angelegt. Die bedeutendsten S. sind die Observatorien auf dem Mount Wilson und Mount Palomar (beide etwa 1700 m) und das Lick Observatorium (1283 m). Die größten deutschen S. sind in Berlin-Babelsberg, Bonn, Göttingen, Hamburg-Bergedorf, Heidelberg, Potsdam.

Sternzahl, die Gesamtzahl der Sterne bis zu einer gegebenen Helligkeit m , genannt $S(m)$, oder die Anzahl der Sterne bis zu einer gegebenen Helligkeit je Quadratgrad der Sphäre, $N(m)$. Sie ist in der Milchstraße, bes. in den Sternwolken, bedeutend größer als außerhalb der Milchstraße.

m	$N(m)$ Milchstraße	$N(m)$ außerhalb der Milchstraße	$S(m)$
6	0,11	0,04	2938
9	2,28	0,90	62 000
12	43	13,8	1 097 000
15	~665	138	14 930 000
18	7312	548	142 600 000
21	50 940	3126	889 200 000

Sternzeit, die Zeitrechnung, die auf der einmaligen Umdrehung der Fixsternsphäre als Zeiteinheit (**Sternstag**) beruht. Der Sternstag eines Ortes beginnt mit der oberen Kulmination des Frühlingspunktes und wird in 24 Stunden zu je 60 Minuten (3600 Sekunden) eingeteilt. Da sich die Sonne täglich um etwa 1° entgegen der Richtung der tägl. Bewegung der Sphäre unter den Fixsternen fortbewegt, ist ein Sternstag 3 min 56,56 s kürzer als ein mittlerer Sonnenstag. Das macht im Jahr einen vollen Tag aus, so daß das Sonnenjahr von 365,2422 mittleren Sonnentagen 366,2422 Sternstage umfaßt. Sonnenzeit und S. sind einander gleich, wenn die Sonne im Frühlingspunkt steht (21. März).

Sterrometall, amtlich **Eichmetall**, eine Messingart mit etwa 60 % Kupfer, 38 % Zink und 2 % Eisen. stetig heißt eine →Funktion einer ertellen Veränderlichen, wenn kleinen Differenzen des Arguments auch nur kleine Änderungen des Funktionswerts entsprechen, was mit Hilfe des →Grenzwerts genauer erläutert wird: Eine Abbildung eines topo-

log. Raumes auf sich ist s., wenn bei jeder gegen einen Punkt P konvergierenden Folge von Punkten $P_1, P_2, P_3, \dots$ die Folge der Bildpunkte $P'_1, P'_2, P'_3, \dots$ gegen den Bildpunkt P' von P konvergiert.

Steuerung, die Beeinflussung eines Vorganges, um z.B. die richtige Arbeitsweise einer Anlage sicherzustellen. Sind die Antriebsmittel Dampf, Gas, Luft, Wasser, dienen als **Steuerorgane** Schieber, Ventile, Drosselklappen, drehbare Schaufeln u. a. Elektr. Anlagen werden durch →Elektronenröhren, →Relais, →Stellmotoren u. a. gesteuert. – Beim **KRAFTWAGEN**: volkstümlich die →Lenkung; beim **SCHIFF**: →Ruder; ferner →Flugzeug.

Steven, die Bauteile, die vorn (**Vor-** oder **Vorder-S.**) und achtern (**Hinter-S.**) den Schiffsrumpf begrenzen; bei Einschraubenschiffen besteht der Hinter-S. aus **Ruder-S.** mit dem Ruder und **Schrauben-S.** mit der darin gelagerten Schraubenwelle.

Stichel, spitze Werkzeuge, besonders das scharfe Stahlwerkzeug des Holzschnitzers, Kupfer- und Stahlstechers (Flach-, Hohl-, Spitz-, Fadenstichel).

Stichkappe, kleines Gewölbe, das senkrecht zur Achse des Hauptgewölbes in dieses einschneidet.

Stichmaß, eine Schraublehre oder Mikrometer-schraube zum Messen von Innenmaßen, bes. bei Bohrungen. Ablesegenauigkeit $\frac{1}{100}$ mm.

Stickmaschinen dienen zum Verzerren eines Gewebes durch auf- oder eingetragene Muster. Man unterscheidet **Eimadel-S.** (**Kettenstich-S.**) und **Mehrmadel-S.** (**Plattstich-S.** und **Schiffchen-S.**). Die Schiffchen-S. arbeiten wie die Nähmaschinen mit 2 Fäden (Ober- und Unterfaden oder Nadel- und Schiffchenfaden), die anderen S. mit einem Faden, der von einer Spezialnadel durch den Stoff gezogen und wieder zurückgeführt wird.

Stickstoff, N, chem. Element, Nichtmetall; Ordnungszahl 7, Massenzahlen 14, 15, Atomgewicht 14,0067; Schmelzpunkt -210°C , Siedepunkt $-195,8^\circ \text{C}$, Dichte im gasförm. Zustand $1,2505 \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^3$. Elementarer S. ist der Hauptbestandteil der Luft (78 Vol.-%). Chemisch gebunden kommt S. in der Natur in allen Eiweißstoffen und deren Zersetzungsprodukten, z. B. im (natürlichen) Salpater (Chile, Indien), in der Steinkohle sowie im Harnstoff vor.

GEWINNUNG. In der Technik wird durch fraktionierte Destillation von Luft ein Gasgemisch gewonnen, das neben S. noch einen kleinen Edelgasrest enthält. Ganz reinen S. erhält man durch Zersetzung von S.-Verbindungen. Elementarer S. wird als chemisch sehr träges Füllgas in Brennstoffbehältern, Glühlampen und bei chem. Reaktionen verwendet, um z. B. Explosionen oder unerwünschte Oxydationsvorgänge zu verhindern.

VERBINDUNGEN. Die Reaktionsträgheit des Luft-S. rührt von der großen Bindungsenergie her, die die beiden Atome des S.-Moleküls zusammenhält. Der durch erhebliche Wärmezufuhr aus dem molekularen gewonnenen atomare S. reagiert lebhaft mit den meisten Elementen unter Bildung der **Nitride**. Einzelne Nitride haben metallähn. Charakter und sind sehr hart. Zur **Nitrierhärtung** von stählernen Kurbelwellen u. dgl. läßt man bei 500°C durch Ammoniakzerfall gebildeten S. in die Stahloberfläche eindringen. Wichtige Wasserstoffverbindungen des S. sind das →Ammoniak, das →Hydrazin, ferner die S.-**Wasserstoffsäure**, **HN₃**, eine schwache, nur in stark verdünnter Lösung beständige Säure, deren Salze **Azide** heißen. Mit dem Sauerstoff bildet der S. mehrere, sämtlich endotherme Verbindungen, die bei Zimmertemperatur nur langsam zerfallen. Das **Distickstoffmonoxid** (**Stickoxydul**), **N₂O**, ist ein leichtes Narkotikum, das zunächst krampfhaftes Lachstuhl hervorruft (**Lachgas**). Das S.-**Monoxid** (**Stickoxid**), **NO**, ein farbloses Gas, wird durch Einwirkung von mäßig konzentrierter Salpetersäure auf Kupfer dargestellt (früher durch elektr. Bogenentladung aus der Luft nach BIRKELAND und EYDE). Es wird bei Zimmertemperatur durch den Luftsauerstoff zu dem gasförmigen, rotbraun gefärbten S.-Dioxid, **NO₂**, oxydiert, das beim Einleiten in Wasser →Salpetersäure und →salpetrige Säure bil-

det. Durch elektrolyt. Reduktion der Salpetersäure gewinnt man das *Hydroxylamin*, NH_2OH . Eine Reihe wichtiger Verbindungen enthält die Zyan-Gruppe, CN , $\rightarrow$ Zyan.

Tiere und Pflanzen nehmen S.-Verbindungen mit der Nahrung oder im Dünger auf. Die natürl. Einbeziehung des Luft-S. in den Kreislauf der organ. S.-Verbindungen geschieht durch die Knöllchenbakterien (*S.-Sammler*) und ihre Wirtspflanzen, vor allem die Schnetterlingsblüter (Gründüngung), und durch den Blitzschlag.

Stieltjes-Planimeter, mathemat. Gerät zum Berechnen von *Stieltjes-Integralen* $\int f(x) dg(x)$. Dabei tasten zwei Personen gleichzeitig die Funktionskurven $f(x)$ und $g(x)$ mit Fahrstiften ab. Bleibt eine der Kurven in vielen Aufgaben unverändert, so kann sie durch eine Gleitschiene ersetzt werden.

Stilb, Abk. *sb*, Einheit der Leuchtdichte, $1 sb = 1 cd/cm^2$; Untereinheit: *Apostilb*, Abk. *asb*;

$$1 asb = \frac{1}{10000} sb.$$

Stilben, $C_{10}H_8 \cdot CH:CH \cdot C_6H_5$, symmetrisches Diphenyläthylen.

Stinkkalk, schwach bituminöses Kalkgestein.

Stirlingsmetall, Messingsorte mit 66–72% Kupfer, 28–33% Zink und 0,7% Eisen.

stochastisches Beschleunigungsverfahren, bei Teilchenbeschleunigern, die nach dem FFAG-Prinzip ($\rightarrow$ FFAG-Maschine) arbeiten, eine Methode der Frequenzmodulation der beschleunigenden Hochfrequenz. Letztere wird hierbei in zufälliger, unregelmäßiger Weise moduliert; dennoch wird dabei etwa die Hälfte aller Teilchen beschleunigt.

Stoichiometrie, die Lehre von der mengenmäßigen Zusammensetzung der chem. Verbindungen und den Mengenverhältnissen bei chem. Reaktionen. Wichtige Grundgesetze: Jede reine chem. Verbindung enthält unabhängig von ihrer Entstehung stets die Elemente in gleichbleibendem Gewichtsverhältnis (*Gesetz der konstanten Proportionen*); bilden gleiche Elemente mehrere verschiedene Verbindungen miteinander, so stehen die Gewichtsbeziehungen der einzelnen Verbindungen zueinander im Verhältnis kleiner ganzer Zahlen (*Gesetz der multiplen Proportionen*, DALTON 1803/08); bei Reaktionen zwischen Gasen stehen die reagierenden Gasvolumina im Verhältnis kleiner ganzer Zahlen (*Verbindungsgesetz der Gase* von GAY-LUSSAC 1808). Diese Grundgesetze sind nur Näherungsaussagen. – Zur S. im weiteren Sinne gehören noch andere Berechnungen und mathemat. Formulierungen in der Chemie wie Gehalt von Lösungen, Dichte, Reaktionswärme, Lichtabsorption usw.

G.-O. MÜLLER: Grundlagen der S. (*1962); P. NYLEN u. N. WIGREN: Einführung in die S. (*1960); W. BAHRDT u. R. SCHEER: S., Aufgabensammlung (*1960).

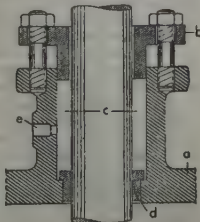
Stockpunkt, die Temperatur, bei der ein Öl so steif wird (*stockt*), daß es nicht mehr fließt.

Stoffdruck, *Textildruck*, $\rightarrow$ Zeugdruck.

STOL-Flugzeug, ein Luftfahrzeug, das für Start und Landung eine Strecke von nur 150 bis 300 m Länge benötigt. Kurzstartflugzeuge besitzen u. a. Vorflügel und Spaltklappen.

Stollen, BERG- und TUNNELBAU: ein fast horizontal von der Erdoberfläche in das Gebirge getriebener Bau.

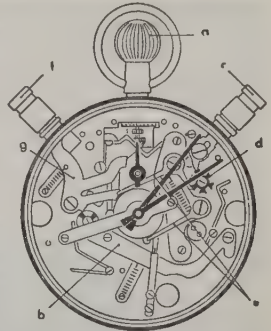
Stopfbüchse, TECHN.: eine Vorrichtung zum Abdichten ruhender oder bewegter Teile, die aus einem Raum (z. B. Kraftmaschinenzylinder) in einen andern übertreten; besteht aus einem Gehäuse a mit der Grundbüchse d, der Schmiermittelzuführung e und einer Brille b mit Verschraubung. Die im Hohlraum c des Ge-



Stopfbüchse

häuses eingebaute Packung, die durch das Anziehen der Brillenschrauben zusammengepreßt wird, bewirkt die Abdichtung.

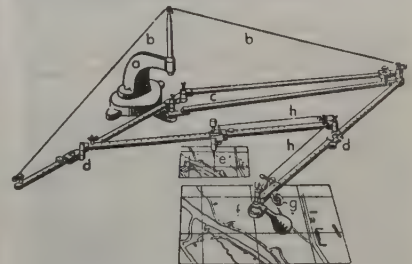
Stoppuhr, ein Kurzzeitmesser, mit dem – oft gleichzeitig mehrere – Vorgänge auf Fünftel- oder Zehntelsekunden genau gemessen werden können. S. zur Arbeitszeitkontrolle messen auch $\frac{1}{100}$ min, Sonder-S. bis zu $\frac{1}{300}$ s.



Stoppuhr mit zwei Zeigern, Haupt- und Schleppzeiger. Der Mittelknopf a bewirkt über den Stopphebel b das Starten und Anhalten der Zeiger. Durch den Knopf c kann der Schleppzeiger über das Schalt- und die Zange e getrennt angehalten und nachgestellt werden. Durch den Knopf f wird über den Herzhebel g und die (nicht sichtbare) Herzscheibe die Rückstellung der Zeiger auf Null erreicht.

Storchschnabel,

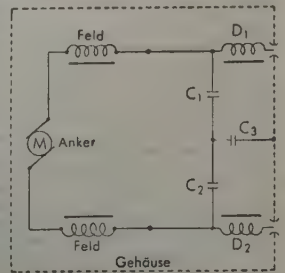
Pantograph, Zeichengerät zum Vergrößern oder Verkleinern einer mit einem Fahrstift nachgefahrenen Figur; besteht in seiner einfachsten Form aus Stäben, die so zu einem Parallelogramm zusammengefügt werden, daß Schwenkpunkt, Zeichenstift und Fahrstift ständig auf einer geraden Linie bleiben.



Storchschnabel: Präzisions-Pantograph; a Gestell aus Gußeisen, b Aufhängedrahte, c eigentlicher Pantograph, d verschiebbare Hülsen, e Führungstift, f Zeichenstift, g Abstützrolle, h Schnur zum Abheben des Führungs- und des Zeichenstiftes. (Das Gerät ist auf Vergrößerung eingestellt.)

ben und ein festes, einstellbares Abstandsverhältnis haben (Vergrößerungs- oder Verkleinerungsmaßstab).

Störerschutz, Maßnahmen zur Vermeidung oder Beseitigung von elektr. Störungen. Fernsprechstörungen werden vom Fernsprechentstörungsdienst von der Vermittlungsstelle aus festgestellt, Kabelfehler nach Fehlerortsbestimmung beseitigt. Der S. wirkt durch metallische Abschirmung aller stromführenden Teile, geeignete Schaltungsmaßnahmen und Grob- und Feinsicherungen.



Störerschutz: Funk-Entstörung

Funkstörungen, beim Hörempfang Nebengeräusche, beim Bildempfang waagerechte Streifen oder Moirémuster, werden verursacht: durch Fehler der Empfangsanlage; Sender, deren Wellen in zu dicht besetzten Frequenzbereichen die Welle des zu empfangenden Senders überlagern; atmosphär. Entladungen; elektr. Maschinen, Geräte und Anlagen. **Funk-Entstörung** wird erzielt durch: Verwendung einer Hochantenne mit abgeschirmter Zuführung; Verwendung von Richtantennen, Einbau von Sperrkreisen in die Antennenzuleitung usw.; elektr. Abschirmung der Störquellen (BILD): Verriegelung der von der Störquelle (M) ausgehenden Leitungen durch Kurzschluß der Hochfrequenzschwingungen über S.-Kondensatoren C_1, C_2, C_3 und Dämpfung über S.-Drosselspulen D_1 und D_2 .

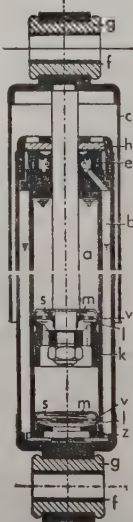
H. G. MENDE: Funk-Entstörungs-Praxis (*1962). **Störungen, ASTRONOMIE**: der störende Einfluß der Anziehung eines oder mehrerer Himmelskörper auf die Bewegungen in einem System von zwei Himmelskörpern, die sich ohne S. nach den Keplerschen Gesetzen bewegen würden. Die *säkularen* S. bewirken gleichsinnig fortschreitende Veränderungen (z.B. das Umlaufen der Mondbahnnoten auf der Ekliptik), die *periodischen* S. periodisch wechselnde Veränderungen. Die S. werden in der S.-Theorie mathematisch behandelt. Die Störungstheorie wurde von der Astronomie auf die ATOMTHEORIE übertragen. Das häufigste Störungsproblem ist das → Dreikörperproblem.

Stoß, 1) Verbindungsstelle zweier aneinanderstoßender Konstruktionsteile (z.B. Stahlplatten, Balken, Schienen). Man unterscheidet: stumpfen, überlappten und gelaschten S.

2) BERGBAU: Seitenwand eines Grubenbaues.

3) PHYSIK: die Wechselwirkung zwischen zusammentreffenden Körpern unter Impuls- und Energieaustausch. Nach dem → Schwerpunktsatz bleibt, wenn äußere Kräfte fehlen, die Bewegung des gemeinsamen Schwerpunktes der Körper erhalten. In einem Bezugssystem, in dem dieser Systemschwerpunkt ruht (Schwerpunktsystem), bewegen sich die Schwerpunkte zweier Körper auf parallelen Geraden. Beim *zentralen* S. fallen diese Geraden zusammen; beim *vollkommen elastischen* S. ist die kinet. Energie vor dem S. gleich der nach dem S.; beim *vollkommen unelastischen* S. kommen die Körper im Schwerpunktsystem zur Ruhe, die kinet. Energie wird in Wärme verwandelt, bei einzelnen Atomen und Molekülen wird sie zur Anregung oder zur Ionisierung verbraucht. Nicht kugelförmige Körper übertragen im allgemeinen, kugelförmige nur bei nichtzentralem S. einen Drehimpuls aufeinander, so daß sich die Körper nach dem S. drehen, auch wenn der Drehimpuls jedes einzelnen vorher gleich Null war.

Stoßdämpfer, KRAFTFAHRZEUG: eine zwischen Aufbau und Rad angebrachte Vorrichtung, die durch grobe Bodenunebenheiten hervorgerufene Federschwingungen dämpfen soll. Als *mech.* S. dienen unter Federvorspannung stehende Reibscheiben. Bei *hydraul.* S. (BILD) wird durch die Schwingungen eine Flüssigkeit (meist Öl) durch enge Bohrungen gedrückt. *Teleskop-S.* ermöglichen im Gegensatz zu Hebel-S. große Wege bei kleinen Öldrücken.



Stoßdämpfer: hydraul. S.; a Arbeitsraum, b Vorratsraum für Drucköl, c Mantel, e Wellendichtungsring, f Stahlbüchsen, g Gummigelassen, h Dichtung, k Kolben, l Lamellenventil, m Käfig, s Schraubenfeder, v Ventilkörper, z Zylinderboden.

Stößel, 1) die Reibekeule zum → Mörser.

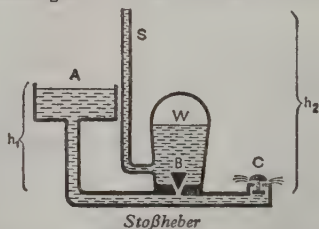
2) beim Verbrennungsmotor ein Zwischenstück, das die Bewegung der Nockenwelle auf den Schaft des Ventils unmittelbar oder über Stoßstange und Kipphebel überträgt.

3) → stoßen.

stoßen, FERTIGUNGSTECHNIK: Hobelverfahren, bei denen der Meißel an einem hin- und hergehenden *Stößel* befestigt ist; angewendet bes. zur Herstellung beliebiger zylindr. Flächen. Besondere Verfahren sind das *Zahnradstoßen* und das *Nutenstoßen*; bei letzterem hat der Meißel die Breite der Nut.

A. LINEK: Spanabhebende Werkzeugmaschinen, Bd. 6 (1952).

Stoßheber, hydraulischer Widder, eine Vorrichtung zum Heben von Wasser. Durch Öffnen des Stoßventils C fließt Wasser aus dem Behälter A. Bei einer vom Gewicht des Stoßventils abhängigen Geschwindigkeit des Wassers schließt C schlagartig.

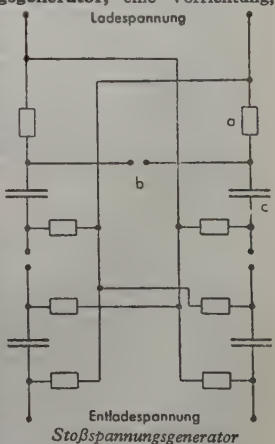


Die dadurch bewirkte Drucksteigerung treibt Wasser durch das Rückschlagventil B in den Windkessel W und weiter durch die Steigleitung S hoch. Dies führt zu Druckabnahme und Öffnen von C. Die Steighöhe h_2 kann das 20fache der Fallhöhe h_1 erreichen.

Stoßlade, hölzerner Schraubstock des Tischlers zum Anhebeln von Gehängen.

Stoßspannungsgenerator, eine Vorrichtung,

die mit Hilfe niederer Gleichspannung eine kurz dauernde hohe Gleichspannung erzeugt. Kondensatoren c werden über hohe Widerstände a mit der niederen Spannung unter Parallelschaltung aufgeladen. Hat die Spannung an den Kondensatoren einen bestimmten Wert erreicht, so schlägt sie an den Funkenstrecken b über, wodurch die Kondensatoren hintereinandergeschaltet werden und sich ihre Spannungen addieren. Man hat S. bis zu 10 Mio V hergestellt.



Stoßstromerzeuger, Anlagen, die auf kurze Zeit sehr starke Ströme erzeugen, z.B. Generatoren, die mit einem Schwungrad gekoppelt sind, das die im Augenblick des Stromschlusses notwendige Energie liefert. Solche S. dienen z.B. zur kurzfristigen Erzeugung sehr starker Magnetfelder in eisenfreien Spulen (mehrere hunderttausend Örsted). In anderen S. sind große Kondensatorbatterien parallel geschaltet; sie entladen sich über eine durch eine Stoßspannungsanlage gezündete Funkenstrecke und dienen zur Erzeugung künstlicher Blitze. Es sind bei 56000 V Spannung der Kondensatoren Stromstärken bis 330000 A erzielt worden.

Stoßzahl, 1) die Zahl der Stöße der einzelnen Gasmoleküle je s gegen 1 cm² der Wand eines mit Gas gefüllten Gefäßes; für Wasserstoff bei 1 atm und 20°C etwa $1,2 \cdot 10^{24}$. **2)** Die Zahl der Stöße, die ein einzelnes Molekül eines Gases während 1 s erfährt; für ein Wasserstoffmolekül bei 1 atm und 20°C etwa 10^{10} . **3)** Die Zahl aller Zusammenstöße der Moleküle eines Gases in einem cm³ während 1 s; für Wasserstoff bei 1 atm und 20°C etwa $1,9 \cdot 10^{26}$. **4)** Bei einem Gemisch zweier Gase A und B die Zahl der Zusammenstöße zwischen einem Molekül A und einem Molekül B während 1 s.

Strak, Strak, Schiffbau: der Verlauf der Kurven des →Linienrisses wie Decksprung, Wasserlinien, Schnitte und Senten.

Stracke-Gerät, ein von G. STRACKE entwickeltes elektrochem. Meßgerät zur laufenden Kontrolle und Steuerung des Sauerstoffgehalts, z. B. von Gewässern oder im Belüftungsbecken von Belebtschlammanlagen zur biolog. Abwasserreinigung.

Strahl, 1) PHYSIK: gebündelter Energie- oder Teilchenstrom, z. B. Licht-S., Elektronen-S.

2) GEOMETRIE: von einem Punkt ausgehende, mit einer Richtung versehene Halbgerade.

Strahlenbelastung, die Einwirkung von Röntgen- oder radioaktiver Strahlung auf den menschl. Organismus. Eine natürl. S. bewirken die kosm. Ultrastrahlung, die Radioaktivität der Luft und die von im Boden befindl. radioaktiven Elementen, sowie die natürl. radioaktiven Stoffe im Organismus (Kalium 40, Radium und Kohlenstoff 14). Wegen der Atombombenversuche besteht die Möglichkeit einer Zunahme der S. durch Ablagerung von Spaltprodukten (z. B. Strontium 90 in Knochen), die durch Atmung oder Nahrungsmittel in den Körper gelangen. → Strahlenschutz.

Strahlenbiologie, die Untersuchung der biolog. Wirkungen von Strahlungen, insbes. in Hinsicht auf den quantenphysikal. Einzelakt, → Quantenbiologie.

Strahlenschutz, Maßnahmen zum Schutz von Personen gegen Strahlenschädigungen, bes. gegen kurzweilige elektromagnet. Strahlungen, Röntgenstrahlen, Gamma- und Korpuskularstrahlen von radioaktiven Präparaten, sowie künstl. radioaktive Strahlungen, wie sie etwa von den Folgeprodukten einer Atombombenexplosion ausgesandt oder in Teilchenbeschleunigern erzeugt werden. Grundsätzlich gehören zum S. die Bestimmung der *Toleranzdosis* für die jeweilige Strahlung und die Maßnahmen zur Beschränkung der Strahlendosis unter die Toleranzdosis. Die Toleranzdosis darf bei dauernder Bestrahlung nicht überschritten werden, wenn gesundheitsschädliche Wirkungen mit großer Wahrscheinlichkeit verhindert werden sollen. Die Deutsche Röntgen-Gesellschaft hat für Röntgenstrahlung als zulässig 0,25 r (r = Röntgen) je siebenstündigem Arbeitstag erklärt. Nach Empfehlungen der International Commission on Radiological Protection (ICRP) von 1956 soll für Röntgen-, Gamma- und Beta-Strahlen 0,3 rep/Woche (→ Röntgen; 1 Woche = 40 Arbeitsstunden) nicht überschritten werden. Wegen der größeren biolog. Wirkung der schnellen Neutronen ist für diese die Toleranzdosis nur 0,03 rep/Woche, für Alphastrahlen nur 0,015 rep/Woche. Als Anhalt kann dienen, daß 700 r, innerhalb kurzer Zeit gegeben, fast sicher tödlich wirken, 100–400 r zu schweren Erkrankungen führen und bereits 25 r klinische Schäden verursachen können. Schon wesentlich geringere Dosen, vor allem, wenn man ihnen ständig ausgesetzt ist, können die Keimdrüsen schädigen.

Dosisleistung einiger gammastrahlender Substanzen (für den Umgang mit radioaktiven Präparaten):

Radium	0,84 rhm/Curie
Natrium 22	1,30 rhm/Curie
Kobalt 60	1,30 rhm/Curie
Jod 131	0,25 rhm/Curie
Gold 198	0,23 rhm/Curie

1 rhm/Curie = 1 Röntgen pro Stunde in 1 m Abstand ausgestrahlt von einem Präparat der Stärke 1 Curie.

Gelangen radioaktive Substanzen in den Körper, so ist ihre Wirkung u. U. gefährlich, weil sie sich in bestimmten Organen konzentrieren können (z. B. Jod in der Schilddrüse, Kalzium in den Knochen). **MAXIMAL ZULÄSSIGE MENGEN** einiger Radioisotope (in μC = Milliontel Curie)

	im Körper	im Trinkwasser
Phosphor 32	10 μC	$2,10^{-4} \mu\text{C/cm}^3$
Kobalt 60	1 „	$1,10^{-5} \mu\text{C}$ „
Jod 131	0,3 „	$3,10^{-5} \mu\text{C}$ „
Radium 226	0,1 „	$4,10^{-5} \mu\text{C}$ „

Der beste S. ist wegen der schnellen Abnahme der Intensität der Strahlung mit der Entfernung das Einhalten eines möglichst großen Abstandes von der Strahlenquelle. Zur *Strahlen-Abschirmung* verwendet man Blei- oder Betonwände. Bei Röntgenstrahlenschirmen bereits einige mm Blei ausreichend ab, während zur Abschirmung der Strahlung von größeren Teilchenbeschleunigern oder Kernreaktoren meterdicke Wände aus Schwerepat-Beton nötig sind.

Da ein Teil der Strahlungsschäden im Körper auf den bei der Bestrahlung entstehenden, für den Organismus giftigen Radikalen beruht, ist *chemischer S.* durch Medikamente möglich, die die biolog. Strahlungseffekte vermindern, z. B. Zystein, das die giftigen freien Radikale abfängt. Der Strahlenschutzstoff muß jedoch schon während der Bestrahlung im Körper vorhanden sein, also *vor* der Bestrahlung verabfolgt werden.

Zur *Messung* der Strahlenbelastung von Personen in radioaktiven Betrieben sind gebräuchlich: chem. Präparate und Gläser, die sich durch die Strahlungen verfärben; photograph. Filme in Plakettenform; kleine → Ionisationskammern in Form von Stiften oder Ringen. Für genauere Messungen benötigt man → Zählrohre, → Kristallzähler u. dgl. In der Nähe starker Strahlungsquellen (Kernreaktoren) werden Alarmergeräte eingebaut, die selbsttätig die Gefahr einer Strahlenschädigung anzeigen.

W. ERNST: S. und sonstiger Arbeitsschutz bei der medizin. Anwendung von Röntgenstrahlen (1953); B. RAJESKY: Strahlendosis und Strahlenwirkung (*1956); ders.: Wissenschaftl. Grundl. d. S. (1957).

Strahlenschutzzelle, Heiße Zelle, stark mit Beton, Stahl oder Blei abgeschirmte Kammer, in der Arbeiten mit hochradioaktiven Strahlern durchgeführt werden. Die Zellen sind je nach dem Verwendungszweck mit fernbedienten Geräten, Werkzeugen und Maschinen ausgerüstet, haben Druckluft-, Wasser-, Gas- und Stromanschluß. Türen und Zugänge sind in bestimmter Weise verriegelt. – *Kilocuriezellen* (Aktivitäten über 100 C) bestehen aus schwerstem Material. Zur Regeneration sind sie innen mit Bleiplatten oder rostfreiem Stahl ausgekleidet und oft mit einem abziehbaren Lack beschichtet. Die Beobachtung von außen geschieht durch Spezialfenster (Mehrschichtbleiglas mit Zwischenflüssigkeiten, z. B. Zinkbromidlösung) oder durch Periskope mit Kunststofflinsen. Kobalt 60-Zellen (Gammastrahlung) werden für Aktivitäten bis 10^6 C und mehr gebaut. *Multicurie-Zellen* (bis 100 C) enthalten Öffnungen für Manipulatoren schwerer Bauart, *Curie-Zellen* (Kleinzellen; 0,5 bis 10 C) solche für Zangenmanipulatoren. Für noch kleinere Aktivitäten dienen Strahlenschutzkästen, in deren Wände statt Manipulatoren Gummihandschuhe gasdicht eingesetzt sind (*Handschuhkästen*).

Strahlentransformator, → Elektronenschleuder.

Strahler, eine Vorrichtung, die eine → Strahlung aussendet. Ideale Grenzfälle sind *punkt-, linien- und flächenförmige S.* *Kugelsymmetrische S.* senden ihre Strahlung nach allen Richtungen in gleicher Stärke aus, *Richt-S.* vorwiegend nur in einer oder in wenigen Richtungen.

Bei Licht kennt man *schwarze S.* (Plancksche S., *Temperatur-S.*), deren Spektrum dem Planckschen → Strahlungsgesetz entspricht, *kontinuierliche S.*, die einen breiten Wellenlängenbereich mit nahezu gleicher Stärke aussenden, *Selektiv-S.*, die nur einen

Strahlgebläse – Strahlung

begrenzten Spektralbereich strahlen, und *monochromatische S.*, die praktisch nur Licht einer einzigen oder weniger einzelner Spektrallinien emittieren.

Strahlgebläse, → Gebläse, → Injektor.

Strahlrohr, 1) ein Feuerlöschgerät zur Erzeugung eines möglichst langen geschlossenen Wasserstrahls. *Spüh-S.* für Flächen-, kleine Ölbrände oder wasserabweisende Stoffe erzeugen auch einen Wasserschleier zum Schutz des Feuerwehrmannes. 2)

HÜTTENTECHNIK: ein von außen mit Gas beheiztes Rohr, überträgt durch Strahlung die Wärme auf das im Innern in einem Schutzgas (gegen Verzundern) befindl. Gut.

Strahlstein, Mineral, → Amphibole.

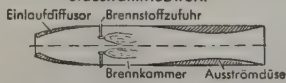
Strahlströmungen, engl. *jetstreams*, Luftströmungen mit Geschwindigkeiten bis über 100 m/s, die in 8–10 km Höhe in Übergangsschichten zwischen kalten und warmen Luftschichten (über den bodennahen → Fronten) auftreten.

Strahltriebwerk, *Düsentriebwerk*, ein Triebwerk für Fahrzeuge und Flugkörper, das den von stark beschleunigten Massenstrahlen erzeugten → Rückstoß für den Vortrieb ausnutzt. Die Wirkungsweise der S. besteht, außer bei den → Raketen, im wesentlichen darin, einem vorn eintretenden Luftstrom bei höherem Druck als dem Außendruck Wärmeenergie zuzuführen und ihn mit höherer Geschwindigkeit als der Fluggeschwindigkeit aus einer entgegengerichteten Düse ausströmen zu lassen (*Düsentriebwerk*).

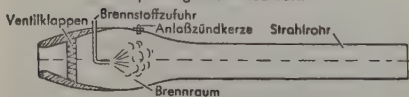
Beim *Stau-S.*, *Ram-Jet*, wird im Flug durch den Einlaufdiffusor die eintretende Luft stark verzögert und dadurch auf höheren Druck gebracht. In der Brennkammer wird dann in die Luft kontinuierlich Brennstoff eingespritzt und verbrannt. Die stark erhitzten, nach rückwärts durch die Düse ausströmenden Gase liefern den Schub. Dieser wird um so größer, je höher die Fluggeschwindigkeit und damit der Aufstau ist. Zum Start benötigt ein Flugzeug mit *Stau-S.* einen Zusatzantrieb (z. B. Raketen). Das *Pulso-Triebwerk* ist ein periodisch arbeitendes *Stau-S.*

Das *Verpuffungs-S.*, *Pulse Jet* (z. B. *Argus-Schmidt-Rohr*), arbeitet periodisch. Die Luft tritt am vorderen Ende durch Ventilkappen in den Brennraum ein. Hier wird Brennstoff eingespritzt und das Gemisch gezündet. Die dabei entstehende Druckwelle schließt die Ventilkappen, so daß der Gasstrahl nur nach hinten durch ein Rohr austreten kann. Durch die Trägheitswirkungen und Wellenvorgänge im Rohr entsteht im Brennraum ein Unterdruck, durch den durch die Ventilkappen von vorn

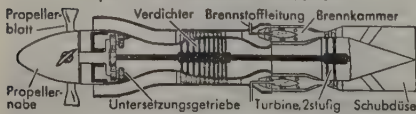
Staustrahltriebwerk



Verpuffungsstrahltriebwerk



Propeller-Turbinen-Luftstrahltriebwerk



Strahltriebwerke (schematisch)

frische Verbrennungsluft eingesaugt wird. Rückläufige Druckwellen im Verein mit heißen Restgasen bewirken die Verdichtung und Zündung des neuen Gemischs. Nach der ersten Zündung arbeitet das Verpuffungs-S. selbständig weiter und kann auch im Stand Schub abgeben (z. B. etwa 700 kp).

Beim *Turbotriebwerk*, *Turbinen-Luft-S.*, *TL-Triebwerk*, *Turbo-Jet*, wird die zur Verbrennung

benötigte Luft mit einem Axial- oder Radial-Verdichter angesaugt und auf Drücke bis zu 12 at verdichtet. In die verdichtete Luft wird in mehreren Brennkammern Kraftstoff kontinuierlich eingespritzt und unter großem Luftüberschuß verbrannt, um die Temperatur der Gase niedrig zu halten. Die heißen Gase beaufschlagen eine Turbine, die die zum Antrieb des Verdichters erforderliche Arbeit leistet. Hinter der Turbine treten die Gase durch die Düse mit hoher Geschwindigkeit ins Freie und erzeugen dabei den Schub (bis etwa 5000 kp). Beim *Propeller-Turbinen-Luft-S.*, *PTL-Triebwerk*, *Turbo-Prop.*, treibt die Turbine neben dem Verdichter noch einen Propeller an, der den Hauptteil der Vortriebskraft erzeugt; der austretende Gasstrahl liefert nur etwa 15 % des Schubes. Da das Turbinen-Verdichter-Aggregat je nach Größe des Triebwerks mit Drehzahlen zwischen 7000 und 20000 Umdrehungen/min läuft, ist bei Propeller-Turbinen-Luft-S. zum Antrieb des Propellers ein Untersetzungsgetriebe (meist 2stufiges Planetengetriebe) erforderlich. Turbinen-Luft-S. werden meist als Zweistromtriebwerke in Zweiwellenbauweise (getrennter Hoch- und Niederdruckteil) gebaut. Zusätzlich zum Primärstrom, der in Brennkammern nach Verdichtung Wärmeenergie erhält und die Turbine antreibt, wird ein kalter Luftstrom (Sekundärstrom) zugeführt, der vollständig oder teilweise vom heißen Strom getrennt ist und diesen zumindest auf einem Teil seiner Länge konzentrisch umgibt. Dem nur mäßig verdichteten Sekundärstrom wird im allgem. keine Wärmeenergie zugeführt. Wird der Sekundärstrom im Hauptverdichter oder bei Zweiwelientriebwerken hinter dem Niederdruckverdichter abgezweigt, spricht man von einem *By-Pass-Triebwerk*. Die Ummantelung reicht bei diesen Triebwerken meist bis zum Triebwerksaustritt. Bei vollständig vom Primärstrom getrenntem Sekundärstrom werden zur Erzeugung des Sekundärstroms im Gegensatz zum *By-Pass-Triebwerk* ein- oder mehrstufige Gebläse verwendet, die entweder durch verlängerte Verdichterschäufeln dargestellt (*Front-Fan-Triebwerk*) oder auf eine zusätzl. Turbinenstufe aufgesetzt werden (*Aft-Fan-Triebwerk*). Die Zweistromtriebwerke werden oft als *Gebläsestrom-* oder als *Mantelstromtriebwerke* bezeichnet. Ihre Vorteile sind geringerer Verbrauch (bis 0,5 kg je kp Schub und Stunde), erhöhter Startschub (bis 10000 kp), bessere Regelbarkeit und geringerer Strahlärm. Als Überschalltriebwerke erreichen sie mit Nachverbrennung 16000 kp Schub.

Alle diese S. benötigen Luft zur Verbrennung des Treibstoffes, sie sind nur im Bereich der Lufthülle anwendbar.

Nach dem Rückstoßprinzip der Mechanik ergibt sich die Kraft (der Schub), mit der das Fahrzeug vorwärtsgetrieben wird, aus dem Produkt der je Zeiteinheit durchgesetzten Gasmasse und der Übergeschwindigkeit des austretenden Strahls gegenüber der Einlaufgeschwindigkeit. Einen außerordentlich viel größeren spezifischen Schub würde man erhalten, wenn es gelänge, Kernreaktionen zur Erzeugung eines gerichteten Massenstrahls heranzuziehen (*Atom-S.*, *Atomrakete*).

Strahlung, 1) die räuml. Ausbreitung von Energie (elektromagnet. Wellen, Materiewellen, Schall). Aus histor. Gründen ist für die elektromagnet. S. (Licht, Röntgenstrahlen, Gammastrahlen, ultrarotes und UV-Licht, elektr. Wellen) und für die Schallausbreitung (elast. Schwingungen, Ultraschall) das Bild einer Welle geläufig (*Wellen-S.*), für die strahlenförm. Ausbreitung wägbarer Masse (Elektronenstrahlen, Alphastrahlen, Atom- und Molekülstrahlen) das Bild von Teilchen-Bahnen (*Teilchen-S.*). Die neuere Entwicklung der Physik (→ Quantenmechanik, → Wellenmechanik, → Dualismus) hat gezeigt, daß eine grundsätzl. Unterscheidung von Wellen- und Teilchen-S. nicht gerechtfertigt ist.

Die Stärke einer S. wird durch die *S.-Dichte* (die in einem cm³ enthaltene *S.-Energie*) oder durch die *S.-Intensität* (die s durch ein cm² laufende Energie) gemessen.

Strahlungscharakteristik, eine Kennlinie (oder Fläche bei Raum-S.), die die Stärke der in verschiedenen Richtungen gehenden S. (z. B. einer Antenne, eines Lautsprechers) erkennen läßt; sie ist bei gleichmäßiger S. in alle Richtungen ein Kreis oder eine Kugel.

2) Die **Einstrahlung** der Sonne (*Insolation*) hat ihr Maximum im sichtbaren Anteil des Spektrums (0,4–0,7 μ), reicht jedoch mit rasch abfallender Intensität über Ultraviolett und Ultrarot nach beiden Seiten über dieses hinaus. Die an der Obergrenze der Atmosphäre einfallende Energie ($\rightarrow$ Solarkonstante) beträgt 2 cal/cm²·min, so daß die Gesamtatmosphäre im Jahr $1,34 \cdot 10^{24}$ cal empfängt, aus der sich alle Energieumsätze von Wetter und Klima einschließlich des Pflanzenwachstums ableiten lassen.

Die **Ausstrahlung** der Erdoberfläche spielt sich hauptsächlich im Bereich der langwelligen Wärme-S. ab (Maximum nahe 10 μ). Von der gesamten Einstrahlung absorbiert die Erdoberfläche etwa 19%, die sie im wesentlichen über die Verdunstungswärme des Wasserdampfes wieder abgibt. Damit wird das Defizit der Atmosphäre zwischen Ein- und Ausstrahlung gedeckt.

Die **Strahlungsströme** in der Atmosphäre sind noch nicht in allen Einzelheiten bekannt. Das kurzwell. Ultraviolett wird in hohen Schichten durch Ozon absorbiert; im langwell. Anteil absorbieren Wasserdampf und in geringerem Maß Kohlendioxid einen großen Teil der Ausstrahlung der Erde.

Strahlungschemie, die $\rightarrow$ Radiochemie.

Strahlungsdämpfung, die Energieabgabe eines schwingenden Systems elektr. Ladungen (Antenne, klass. Bild des Atoms) in Form von elektromagnet. Strahlung. Die S. bewirkt Abklingen der Schwingungsamplitude (gedämpfte Schwingung), wenn nicht gleichzeitig Energie zugeführt wird. In der Elektrotechnik beschreibt man den Verlust durch S. mit Hilfe des **Strahlungswiderstandes**.

Strahlungsdruck, **Repulsivkraft**, die durch elektromagnet. oder Schallstrahlung auf eine Fläche in Richtung der Ausbreitung ausgeübte Kraft (Licht-, Schallstrahlungsdruck). Der im Laboratorium wegen seiner Kleinheit nur mit empfindl. Instrumenten meßbare **Lichtdruck** erreicht im Innern der Fixsterne die Größenordnung der Gravitation und des Gasdrucks. In der Umgebung von Sternen wirkt er auf benachbarte interstellare Materie und auf die Gashüllen von Kometen abstoßend. Auf der Erde beträgt der Sonnen-S. rd. 0,5 mp/m².

Strahlungsgesetze, Gesetze über die Beziehungen zwischen der Temperatur eines strahlenden Körpers und der ausgesandten Energie. Das **Plancksche S.** beschreibt die Energieverteilung im kontinuierlichen Spektrum eines absolut schwarzen Körpers

in Abhängigkeit von Wellenlänge oder Schwingungszahl und Temperatur. Die der Gleichung entsprechenden Kurven sind für vier verschiedene Temperaturen im BILD wiedergegeben. Sie zeigen ein scharf ausgeprägtes Maximum, das mit steigender Temperatur sich nach der Seite der kurzen Wellen hin verschiebt. Hierfür gilt das **Wiensche Verschiebungsgesetz**, nach dem das Produkt aus der Wellenlänge des Maximums und der absoluten Temperatur konstant ist. Mit Hilfe dieses Gesetzes läßt sich aus der Beobachtung des Energiemaximums die Temperatur des Strahlers erschließen, z. B. die Stern-temperatur, falls man den Strahler als wirklich oder angenähert „schwarz“ ansehen darf. – Für die Gesamtenergie der Strahlung gilt das $\rightarrow$ **Stefan-Boltzmannsche Gesetz**.

Die Erklärung des experimentell sehr genau ermittelten Verlaufes der Strahlungskurve und die Aufstellung einer diesen Verlauf wiedergebenden Formel gelang erst, als M. PLANCK die Energieverteilung aus der Quantenhypothese ableitete.

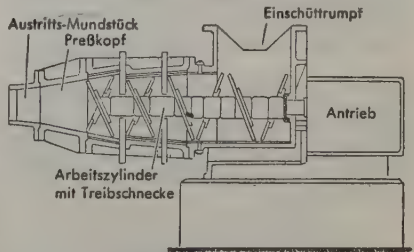
Strahlungsgürtel der Erde, $\rightarrow$ Van-Allen-Gürtel.

Strahlungsheizung, $\rightarrow$ Heizung. Bei der **Infra-rot-S.** geben in Reflektoren als Oberkopfstrahler in einigen Metern Höhe angeordnete Glühkörper (Temperatur 400 bis 900° C) gerichtete Wärme-strahlung ab.

Strangeness, $\rightarrow$ Fremdheitsquantenzahl.

Strangguß, kontinuierliches Gießen von flüssigem Metall (auch von Stahl) zu Halbzeug in Strängen. Das flüssige Metall wird in eine Kockille mit Wasserkühlung gegossen, aus der der in Brammenform erstarrte Strang durch Treibrollen herausgezogen und von einem mitgehenden Schneidbrenner durchgeteilt wird.

Strangpressen, Verfahren zur kontinuierl. Erzeugung von Rohren, Stangen u. dgl. Der Werkstoff (Metall, Gummi, Kunststoff, Ton, Teig) wird



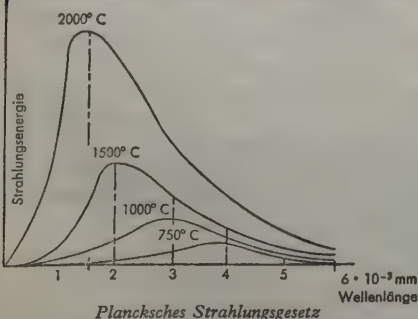
Strangpresse (schematisch)

in teigigem Zustand aus einem Zylinder von einem Druckstempel durch eine Düse gepreßt und der Strang auf Länge abgeschnitten.

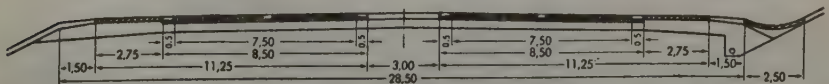
Straß, $\rightarrow$ Edelsteine.

Straße, allgemein jeder Verkehrsweg (Land-, Luft-, Wasser-S.), im engeren Sinn ein planmäßig angelegter, befestigter Landverkehrsweg für Fahrzeuge.

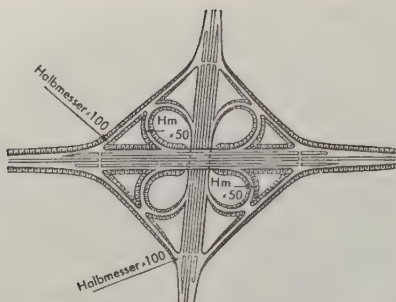
Der S.-Körper besteht aus Unterbau und Fahrbahn-decke. Er liegt auf der Unterbaushöhe, die für ihn als **Koffer** ausgehoben, geebnet und durch Rammen oder Walzen verdichtet wird. Die Sohle dieser **Auskofferung**, das S.-**Planum**, ist gut zu entwässern. Als Unterbau dient $\rightarrow$ Packlage, eine Schotter- oder Kiesbettung oder Beton. Bei bindigen Böden auf das Planum muß eine Frostschutzschicht aufgebracht werden. Die meist 20–25 cm hohe Packlage wird mit einer etwa 8 cm hohen Schotterausgleich-



Plancksches Strahlungsgesetz



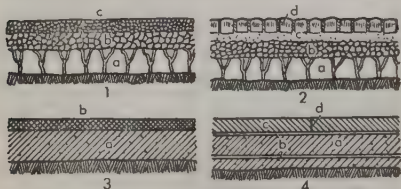
Straße 1: Regelquerschnitt einer modernen Fernverkehrsstraße; Regelquerschnitt 28,50 m, Fahrbahnbreite 2 x 7,50 m, Ausbaugeschwindigkeit ≤ 120 km/h, Leistungsfähigkeit 3800 Pkw-E/Std.



Straße 2: Autobahnkreuzung (Kleeblattlösung)

schicht bedeckt. Die *Schotterbettung* besteht aus mehreren jeweils eingewalzten Schichten von Grobschotter der Körnung 60/120 mm und Schotter. Die Oberfläche wird mit Sand und Wasser eingeschlammmt und eingewalzt. Der *Betonunterbau* wird 17–25 cm hoch ausgeführt und erhält Längs- und Querverfugen, um Risse zu verhüten.

Die *Fahrbahndecke* besteht aus wassergebundenem Schotter mit Oberflächenbehandlung, aus bituminösem Beton oder Makadam, aus Zementbeton oder aus Pflaster. Bei der wassergebundenen Decke wird der Schotter in Schichten auf den Packlagen-

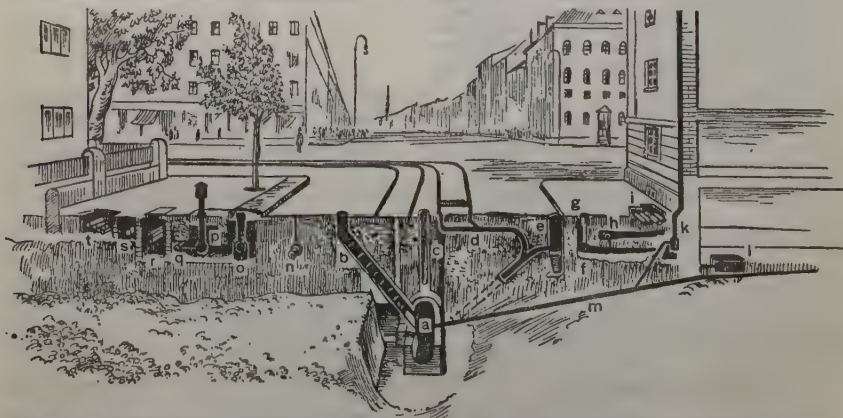


Straße: Fahrbahnfestigungen. 1 Makadam-Decke; a Packlage, b Grobschlag, c Kleinschlag, mit flüssigem Bitumen getränkt und heiß gewalzt. 2 Kleinpflaster; a Packlage, b Grobschlag, c Sandbettung, d Pflastersteine. 3 Asphaltstraße; a Betonunterbau, b Asphaltschicht. 4 Betonstraße; a Betonunterbau, b Eisenbewehrung, c Betondecke, d Dehnungsfuge.

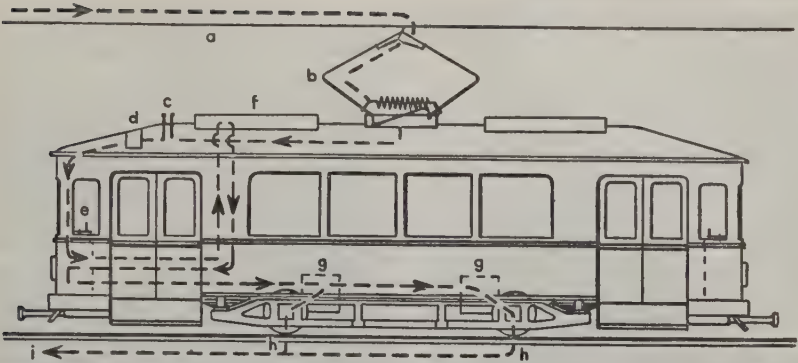
unterbau aufgebracht und unter Beigabe von Sand und Wasser eingewalzt. Für die *Pflasterdecke* werden die verschiedensten harten Gesteine verwendet. Besonders gleichmäßiges Pflaster ergeben Schlackensteine. Pflaster aus Klinkersteinen wird hauptsächlich verwendet in Norddeutschland, Holzpflaster (mit Teeröl getränkt) auf Brücken und entlang von versenkten Bahngleisen wegen seiner Schalldämpfung und leichten Anpassung. Die *Betondecken* werden ohne besonderen Unterbau unmittelbar auf den Untergrund betoniert.

Bei *Fahrbahndecken bituminöser Art* wird unterschieden zwischen: bituminösen Decken nach der Makadam-Bauweise (Tränk-, Streu- und Misch-Makadam-Decken) und hohlraumarmen bituminösen Decken (Asphaltbeton, Teerasphaltbeton, Asphaltteerbeton und Teerbeton). *Stamfasphalt* ist entweder gemahlener Naturasphalt (Asphalalkalkstein) oder eine Mischung aus gemahlenem Kalkstein und Bitumen; *Gußasphalt*, eine erhitzte Asphaltmasse mit Zusätzen von Splitt, Sand und Füller; *Sandasphalt* ist walz- oder stampfbar und enthält Sand und Füller; *Asphaltbeton*, walz- oder stampfbar, enthält Splitt, Sand und Füller; *Teerbeton* ist eine walz- und stampfbare Mischung aus Splitt, Sand und Füller mit Teer; *Asphaltmakadam* besteht aus Steinschlag, Splitt, gegebenenfalls Sand und Bitumen oder Asphalt. Je nach dem Verfahren, das zur Verbindung des Gesteins mit dem Bindemittel angewandt wird, unterscheidet man: *Asphaltmischmakadam* (mit Hilfe einer Mischmaschine hergestellt); *Asphalttränkmakadam* (das Bindemittel wird in die Hohlräume der eingebauten Gesteinschicht gegossen); *Asphaltstreu makadam* (bituminierter Splitt oder Sand wird in die Hohlräume der Gesteinschicht eingestreut). *Teermakadam* enthält an Stelle des Asphalts oder Bitumens Teer. Zur Verminderung der Blendung, bes. bei nasser Fahrbahn, wird die Fahrbahndecke durch von ihrer Art und Zusammensetzung abhängige Zusätze aufgehellt.

Straßenbahn, eine elektrisch betriebene Schienenbahn. Der Betriebsstrom (meist 600–800 V Gleichstrom) wird dem Fahrdraht mit einem Stromabnehmer entnommen. Er fließt über Überstromselbstschalter (Automaten) als Schutz für die Motoren, den Fahrshalter (Kontroller) zur Regelung des Anlaß- und Bremsvorganges, die auf dem Dach des Triebwagens angeordneten Vorwiderstände, die Motoren und die Schienen zurück zum Kraftwerk.



Straße: Querschnitt durch eine Straße; a Abwasserkanal, b Schnee-Einwurfschacht, c Entlüftungsschacht, d Schienenentwässerung, e Sinkkasten mit Schlammweimer, f Wasserleitung, g Unterfuhrhydrant, h Gasleitung, i Fernspreche- und Starkstromkabel, k Regenwasserfang, l Einstiegsschacht der Hausentwässerung, m Ableitungsrohr der Hausentwässerung, n Hochdruckgasleitung, o Hauptleitung der Wasserversorgung mit Absperrschieber, p Oberfuhrhydrant, q Wasserleitung, r Kabelschacht für Fernsprecher und Rohrpost, s Gasleitung, t Fernspreche- und Starkstromkabel.



Straßenbahn: Stromverlauf. Von der Oberleitung a wird durch den Stromabnehmer b über den Blitzableiter c, den Hauptschalter d und den Fahrschalter e der Strom dem Anfahrschalterstand f zugeleitet, von dem er zum Fahrschalter zurückläuft und zu den Motoren g und den Rädern h abgibt. Über die Schienen i wird der Strom dem Kraftwerk wieder zugeführt.

Der Fahrschalter hat 18 Fahr- und 13 Bremsstufen, zunehmend auch eine stufenlose Feinstufung und wird über Nockenschalter oder mit Motorantrieb (Drehmomentverstärker) betätigt. Als Antrieb dient für 2achsige Triebwagen und für 3achsige Triebwagen mit Lenkgestell der Tatzlagermotor (60–75 kW/Achse). Für 4achsige Triebwagen, die 2 Drehgestelle und für 6achsige Gelenktriebwagen, die drei (davon 2 angetriebene) Drehgestelle aufweisen, werden Tatzlager-, Hohlwellen- oder Kardanmotoren (50 kW/Achse) sowie Tandemmotoren (100 kW/Drehgestell) verwendet.

Beim Anlassen der Motoren und Anfahren des Triebwagens wird durch allmähliches Abschalten aller Vorwiderstände der Triebwagen beschleunigt. Eine weitere Geschwindigkeitserhöhung kann durch Feldschwächung, d.h. durch Parallelschaltung von vorwiegend induktiven Widerständen zur Hauptfeldwicklung erreicht werden. Die Geschwindigkeit beträgt 50–60 km/h. Beim Bremsen werden die Motoren abgeschaltet und die Hauptfeldwicklung umgeschaltet, wobei sich die Stromrichtung in den Motoren umkehrt und diese als selbstregte Generatoren auf die Bremswiderstände wirken (Kurzschlußbremse). Hierbei werden auch die Bremspulen etwa mitgeführter Beiwagen vom Triebwagenbremsstrom mit erregt. Der Triebwagenzug wird durch die Kurzschlußbremse auf kleine Geschwindigkeit heruntergebremsst und mit einer von Hand oder Fuß betätigten Bremse stillgesetzt.

Straßenbaumaschinen sind Planiermaschinen (→ planieren), Bodenverdichter, → Ramm-, Straßenfertiger, aus Vorbereitungs-, Verteiler-, Rüttler- und Glätter bestehend, fertigen im fortlaufenden Arbeitsgang. Bei Bau und Reparatur von Makadam-Straßen werden Straßenwalzen verwendet. Es gibt Vierradwalzen, Tandemwalzen, Einradwalzen. Vibrationswalzen sind verhältnismäßig leicht; sie wirken weniger durch ihr Gewicht als durch Vibration. Straßenaufreißer sind in einem Rahmen verstellbar angebrachte Stahlmeißel.

G. GARBOTZ: Baumaschinen und Baubetrieb, 2 Bde. (*1957/58); H. L. NICHOLS: Das Arbeiten m. neuzeitl. Erdbaummaschinen (1957).

Straßenreinigungsmaschinen sind → Sprengwagen, Kehrmaschinen mit Walzenbürsten, Gummischwaben, Staubsauger usw., Schlamm- und Schmutzsauger (auch zur Kanalreinigung), Schneepflüge u.ä.

Straßenroller, Culemeyer-Fahrzeug, mit 15–32 lenkbaren Rädern mit Vollgummi- oder Luftbereifung und 40–130 t Tragfähigkeit, dient zur Beförderung von Eisenbahnwagen auf der Straße, um das Be- und Entladen an Stellen ohne Anschlußgleis zu ermöglichen (fahrbares Anschlußgleis).

Stratigraphie, Formationskunde, → Erdgeschichte. **Stratosphäre**, → Atmosphäre.

Stratovision, die Übertragung von Fernsignalen über weite Strecken, bes. von Kontinent zu Kontinent, bei der sehr hochfliegende Flugzeuge eine → Richtfunkverbindung herstellen.

Stratus, Schichtwolke, → Wolken.

Strebau, eine Abbauart im → Bergbau.

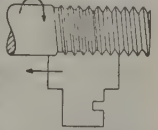
Strebe, → Dach.

Strecke, 1) die Verbindungsgerade zwischen zwei Punkten einschließlich dieser beiden Punkte selbst. 2) ein waagerechter Grubenbau von regelmäßigem Querschnitt, der von einem anderen Grubenbau aus als Zugang zur Lagerstätte angelegt ist; er dient nur selten unmittelbar der Mineralgewinnung. 3) SPINNEREI: Maschine zum Vergleichmäßigen der Faserbänder durch Doppeln (Doublieren) und Verziehen (Strecken).

Streckgrenze, → fließen.

Streckmetall, ein durch Stanzen und nachträgl. Auseinanderziehen von Stahlblechtafeln entstehendes festes Maschenwerk. Es wird als Putzträger oder bei dünnen Stahlbetonkonstruktionen (Decken, Wände, Gewölbeabspannungen) als Ersatz für das bisher übliche Moniernetz verwendet.

Strehler, Ströhler, Werkzeug zur Gewindeherstellung auf der Drehbank oder der Gewindefräsmaschine, dessen einzelne Schneidzähne mit zunehmender Schnitttiefe hintereinander am Werkstück angreifen.



Strehler beim Gewinde schneiden

streichen und fallen, die Lagerungsverhältnisse einer Gesteinsschicht (Gebirgsschicht) oder eines Flözes. Streichen, Streichlinie, ist die in ihrer Richtung durch den Kompaß bestimmte Schnittlinie zwischen der Gesteinsschicht und einer waagerechten Ebene.



rechten (söhligen) Ebene (z. B. Erdoberfläche, Kartenebene). Das Fallen (Einfallen, die Fallinie) bezeichnet die ebenfalls durch den Kompaß bestimmte Himmelsrichtung der Neigung der Schicht und den Grad des Einfallwinkels (der Steilheit) gegen die waagerechte Ebene, wobei die Fallinie, also der eine Schenkel des Einfallwinkels, immer senkrecht auf der Streichlinie steht.

Streichgarn – Strömungslehre

Streichgarn, Garn aus kurzen Fasern (*Streichwolle* und *Reißwolle*) mit wirrer Faserlage; *Gegensatz*: → Kammgarn.

Streichhölzer, → Zündholz.

Streichwehr, ein parallel zur Fließrichtung verlaufendes Überfallwehr (→ Wehr). *Streichwerke*, ein buhlenartiges Flußbauwerk zur Ablenkung des strömenden Wassers in eine bestimmte Richtung.

Streptomycin, ein zu den → Antibiotika gehörendes Heilmittel aus dem Strahlenpilz *Streptomyces griseus*; kann synthetisch hergestellt werden.

Stretch, sehr dehnfähige, hochelast. Web- und Wirkwaren aus Chemiefäden und -fasergarnen.

Streuung, **PHYSIK**: die allseitige Ablenkung einer Strahlung bei Durchgang durch ein Medium, z. B. Licht-S. beim Auftreffen von Licht auf kleine Partikel (Staub, Luftmoleküle), auf raue Oberflächen u. dgl. Beim Sonnenlicht in der Luft werden die kleineren Wellenlängen viel stärker gestreut als die längeren: die untergehende Sonne, deren Licht einen langen Weg durch die Atmosphäre macht, erscheint rot, das vom Tageshimmel kommende Streulicht blau. Bleibt bei der S. die Wellenlänge unverändert, so spricht man von *Rayleigh-S.*; kleine Wellenlängenänderungen treten bei der *Raman-S.* auf (→ Raman-Effekt). Die Untersuchung der S. ist das wichtigste Hilfsmittel zur Bestimmung der zwischen Elementarteilchen wirkenden Kräfte. Ein Maß für die Wahrscheinlichkeit der S. von Teilchen oder Protonen in Materie ist der *Streuquerschnitt* (→ Wirkungsquerschnitt).

Strich, 1) der 32. Teil des Kompaßkreises = $11\frac{1}{4}^\circ$. 2) die Spur, die ein Mineral auf einer rauhen weißen Porzellanplatte hinterläßt. Der S. ist meist heller als das Mineral, bei metallisch-glänzenden Erzen jedoch häufig schwarz; er dient der Mineralbestimmung.

Strichätzung, eine nach einer Strichzeichnung (ohne Halbtöne) hergestellte Hochätzung.

stricken, das maschenförmige Verschlingen eines oder mehrerer Fäden mit Hilfe von Nadeln zu einem Gestricke. *Strickmaschinen* arbeiten mit nebeneinander liegenden Zuggennadeln mit bewegl. Zunge (BILD), die durch ein über das Nadelbett (Nadelplatte) gleitendes Schloß (Schlitten) in ihren Kanälen nacheinander vorgeschoben und wieder zurückgezogen werden; Steuerung durch einen Zickzackkanal im Schloß, der die Nadel an ihrem Fußteil führt. Beim Zurückziehen ergreift die Nadel den Faden und bildet beim Hindurchgleiten durch die Masche der vorigen Reihe eine neue Masche. *Flachstrickmaschinen* besitzen ein Nadelbett (einflächige Ware) oder zwei dachförmig gegeneinander liegende Nadelbetten (zweiflächige Ware). *Rundstrickmaschinen* ein ringförmig geschlossenes Nadelbett für schlauchförm. Gestricke. *Handstrickapparate* (BILD) arbeiten nach dem Prinzip der Flachstrickmaschine.

Stroboskop, ein opt. Gerät zur Beobachtung sich periodisch verändernder Vorgänge mit Lichtblitzen konstanter oder meßbar veränderl. Frequenz.

Strom, elektrischer S., → Elektrizität.

Stromabnehmer, bei elektr. Bahnen eine Vorrichtung (Rollen-, Bügel- und Scheren-S.) zum

Zuführen elektr. Stromes von der Fahrleitung oder der Stromschiene zu den Triebfahrzeugen.

Stromapparate, trichterförmige Gefäße zur naßmech. → Aufbereitung.

Stromförderer, alle → Förderanlagen, bei denen sich die Bewegungsrichtung während des Fördervorganges nicht ändert; Gegensatz: Pendelförderer.

Stromlinien, in einem Strömungsfeld bei stationärer Bewegung (an gleichen Stellen dauernd gleiche Geschwindigkeiten) die Bahnlinien der Flüssigkeitsteilchen. Sie lassen sich in Flüssigkeiten durch Farbstoffe, kleine Teilchen (z. B. Aluminiumpulver) oder Gasbläschen, in Gasen durch Rauch sichtbar machen (TAFEL Strömungslehre). S.-Form, S.-Verkleidung, → Strömungswiderstand.

Strommesser, *Amperemeter*, elektr. Meßgerät zum direkten Messen und Anzeigen des Stromes in Ampere (BILD 1). Für Gleichstrom dienen → Drehspulinstrumente, → Drehmagnetinstrumente und → Dreheiseninstrumente; für Wechselstrom Drehspul- und Drehmagnetinstrumente mit → Gleichrichter, → Richtleiter oder mit → Thermoumformer; für hochfrequente Ströme dienen S. mit Thermoumformer oder mit Richtleiter, zusammen mit Meßwandler für Hochfrequenz. Durch Drehspul- und Drehmagnetinstrumente führt man nur Ströme von wenigen mA, stärkere Ströme lediglich über einen Nebenwiderstand. Ein S. oder Nebenwiderstand oder der Wandler, an den er angeschlossen ist, wird mit dem Verbraucher stets in Reihe geschaltet, liegt also im Gegensatz zum → Spannungsmesser in einer der beiden Zuleitungen des Hauptstromkreises (BILD 2). Dreheisen-Instrumente werden bis zu etwa 250 A für direkten Anschluß gebaut, darüber nur für Anschluß an Meßwandler (BILD 3).

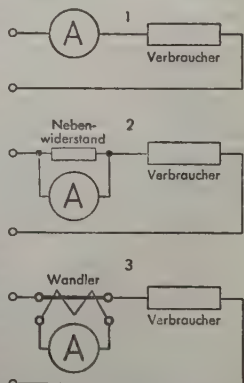
Stromregelröhre, der → Eisenwasserstoff-Widerstand.

Stromrichter, → Gleichrichter, → Wechselrichter, → Umrichter.

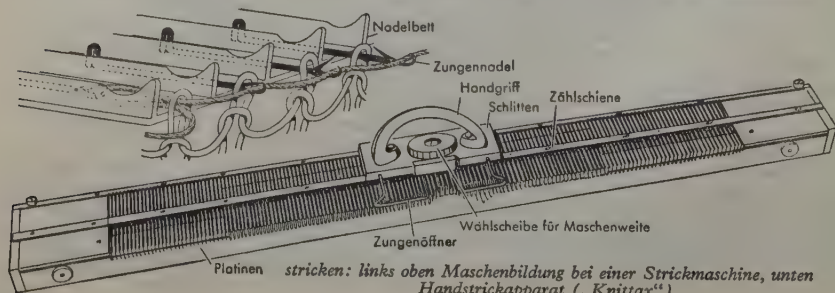
Stromtor, → Thyatron.

Strömungsgetriebe, *Strömungswandler*, stufenlose → Flüssigkeitsgetriebe, die meist in Verbindung mit einem Zahnradgetriebe bei größeren Motorleistungen als → Kraftwagengetriebe oder bei Dieseltriebwagen Verwendung finden.

Strömungslehre (hierzu TAFEL) untersucht Bewegungen der Flüssigkeiten u. Gase bei der Um-

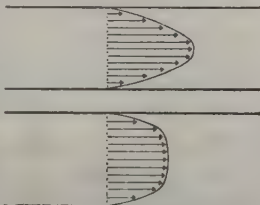


Strommesser: 1 grundsätzliche Schaltung eines Strommessers; 2 Drehspul- oder Drehmagnetinstrument mit Nebenwiderstand; 3 Dreheisen-Instrument, an Wandler angeschlossen.



stricken: links oben Maschenbildung bei einer Strickmaschine, unten Handstrickapparat („Knitta“).

strömung von Körpern im Raum sowie Strömungen in Rohren und Kanälen und die an den Körpern oder Rohr- und Kanalwänden auftretenden Kräfte sowie den Zustand (Geschwindigkeit, Druck, Dichte, Temperatur) des strömenden Mediums. Die klass. Hydrodynamik behandelt 'ideale' Flüssigkeiten (d. h. reibungsfreie und inkompressible Flüssigkeiten (D. BERNOULLI 1700–82; EULER 1707–83; LAGRANGE 1736–1813). Ein strömendes Gas kann man als inkompressibel ansehen, wenn seine Geschwindigkeit überall klein gegen die Schallgeschwindigkeit c ist – praktisch bis $c/2$ –, also für kleine Machsche Zahlen ($\rightarrow$ Machscher Kegel) und wenn es sich um eine in der Höhe wenig ausgedehnte Strömung handelt; anderenfalls (z. B. bei Überschallströmungen) gilt diese Annahme nicht mehr, $\rightarrow$ Gasdynamik. Für wirbelfreie Strömungen (Potentialströmungen), bei denen die äußeren Kräfte ein Potential haben (z. B. die Schwerkraft), gilt die dem Energiesatz entsprechende $\rightarrow$ Bernoullische Gleichung. Aus ihr ergibt sich z. B. das Torricellische Ausflußgesetz ($\rightarrow$ Ausfluß). Wesentl. Ergänzungen zur Hydrodynamik stammen von HELMHOLTZ (Wirbelsätze 1858, $\rightarrow$ Wirbel), LORD KELVIN, LAMB, LORD RAYLEIGH. Auf ihren Vorstellungen fußend, fanden KUTTA (1902) und JOUKOWSKI (1906) das Gesetz des dynam. $\rightarrow$ Auftriebs in ebener Strömung und entwickelte PRANDTL (1918) die räuml. Tragflügeltheorie. Zur Behandlung solcher Fragen, wie z. B. des Auftriebs eines Tragflügels, ist die $\rightarrow$ konforme Abbildung geeignet. Zur Theorie 'zäher' Flüssigkeiten (Flüssigkeiten mit innerer Reibung) wurden wesentl. Beiträge geliefert von STOKES, REYNOLDS u. a. Grundlegend ist hierbei die Unterscheidung zwischen laminaren und turbulenten Strömungen. Bei laminaren Strömungen schieben sich die Schichten verschiedener Geschwindigkeit ohne Wirbelbildung aneinander vorbei. Bei Steigerung der Strömungsgeschwindigkeit in einem Rohr schlägt die zunächst laminare Bewegung plötzlich in eine statistisch ungeordnete, die turbulente Strömung, um. Ursache ist, daß die Strömung in der Nähe der Wand instabil wird. Entscheidend für die Entwicklung dieser Erkenntnisse war die Grenzschichttheorie von PRANDTL (1904).



Strömungslehre: oben Geschwindigkeitsverteilung (parabolisches Profil) bei laminarer Strömung durch ein Rohr; unten Verteilung der mittleren Geschwindigkeiten bei turbulenter Strömung durch ein Rohr.

H. SCHLICHTING: Grenzschichttheorie (*1958); R. SAUER: Theoret. Einführung in die Gasdynamik (*1960); K. OSWATITSCH: Gasdynamik (1952); B. ECK: Techn. S. (*1961); L. PRANDTL: Führer durch die S. (*1960).

Strömungsrohr, röhrenförmiger Reaktionsapparat der chem. Industrie.

Strömungswiderstand, der Widerstand W , der der Bewegung eines Körpers in einer Flüssigkeit oder einem Gas entgegenwirkt. Bei nichtlaminarer Umströmung ist W dem Quadrat der Relativgeschwindigkeit v (NEWTON 1687), der Dichte ρ des Mediums und der der Strömung ausgesetzten Querschnittsfläche F proportional: $W = c \frac{\rho v^2}{2} F$.

Die Widerstandszahl c (spez. Widerstand) hängt von der Geometrie des Körpers ab. Durch geeignete Formgebung (Stromlinienform) läßt sich der S. wesentlich herabsetzen. Ideale Stromlinienform besitzt ein Körper mit gerundetem Bug und allmählich in eine Spitze auslaufendem Heck. Bei laminarer Umströmung ergibt sich ein der Geschwindigkeit proportionaler S.

Stromwandler, $\rightarrow$ Meßwandler.

Stromwender, ein Gerät zur Umkehrung der Richtung eines elektr. Stromes.

Strontium, Sr, chem. Element aus der Gruppe der Erdalkalimetalle; Ordnungszahl 38, Massenzahlen 88, 86, 87, 84, Atomgewicht 87,62; Schmelzpunkt 770°C , Siedepunkt 1380°C , Dichte $2,6\text{g/cm}^3$. S. ist ein seltenes Metall, es ist in der festen Erdkruste mit nur etwa 0,02 Gewichtsprozent in Form von Verbindungen enthalten. Die wichtigsten S.-Mineralien sind: *Strontianit* (S.-Karbonat, SrCO_3) und *Zölestin* (S.-Sulfat, SrSO_4). S. wird aus einem der beiden Mineralien rein dargestellt entweder durch Überführung in S.-Oxid, SrO , mit nachfolgender Reduktion und Destillation, oder durch Überführen in S.-Chlorid, SrCl_2 , mit nachfolgender Elektrolyse. Technisch verwendet werden nur die Verbindungen des S.: S.-Oxid und S.-Karbonat werden in der Zuckerindustrie benutzt. Beimischung von S.-Salzen gibt einer Flamme leuchtendrote Färbung (bengal. Feuer!).

Struktur, 1) CHEMIE: der Feinbau von Molekülen und Kristallgittern nach Anordnung und Bindungskräften, in der Bedeutung sehr nahe verwandt mit Konstitution, $\rightarrow$ Konfiguration; auch der Aufbau von größeren Baugruppen der Materie, wie Kolloidteilchen, Fasern, Metalllegierungen, aus kleineren chem. Einheiten, verwandt mit dem Begriff Gefüge. *Strukturformel*, $\rightarrow$ Chemie, Abschn. Chem. Zeichen. *Strukturisomerie*, $\rightarrow$ Isomerie.

F. HEIN: Chem. Koordinationslehre (1957).

2) GESTEINSKUNDE: Gefügebeurteilung bei Gesteinen in bezug auf Größe, Form und gegenseitige Verschränkung der Mineralgemengteile, im Unterschied zur *Textur*, dem Anordnungsgefüge der Mineralgemengteile in den Gesteinen.

3) GEOMORPHOLOGIE: *Strukturboden*, durch $\rightarrow$ Erdfließen entstandener *Polygonboden* mit zu Steinrinnen, Girlanden, Streifen u. a. geordnetem Gesteinsmaterial.

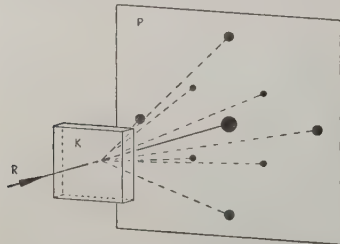
Strukturanalyse, die Bestimmung der Kristallstruktur, d. h. der räumlich-period. Anordnung der Bauelemente (Atome, Ionen, Moleküle) eines Kristalls mit Hilfe der Beugung von Röntgenstrahlen am Kristallgitter (TAPEL Spektren und Spektralapparate). Die S. beruht auf dem *Laueschen Versuch* (MAX von LAUE, 1912), in dem ein Bündel von Bremsstrahlen mit kontinuierl. Spektrum durch einen Kristall geschickt und an ihm nach bestimmten Richtungen gebeugt wird (BILD 1); die gebeugten Strahlen erzeugen auf einer photograph. Platte ein *Laue-Diagramm*. Seit W. H. und W. L. BRAGG (1913) benutzt man zur S. überwiegend die charakterist., meist an Kupfer oder Molybdän erregte Röntgenstrahlung. Nach BRAGG läßt sich die Beugung auch als eine Reflexion der Strahlen an Netzebenen des Kristalls auffassen, wobei die an aufeinanderfolgenden Netzebenen reflektierten Strahlen um das n -fache der Wellenlänge λ zurückbleiben und n eine ganze Zahl ist. Ein Strahl wird daher nur unter dem Reflexionswinkel $\theta/2$ reflektiert, der nach BILD 2 gegeben ist durch $\sin \theta/2 = n \lambda/2d$ (*Braggsche Gleichung*); dabei ist d der Abstand zwischen den benachbarten Netzebenen. Bei der *Bragg-Methode* (BILD 3) fällt das Strahlenbündel auf einen rotierenden Kristall K ; die Richtung und Intensität der gebeugten Strahlen wird mit einer Ionisationskammer γ bestimmt. Diese ist bei der *Drehkristall-Methode* und deren Abarten durch eine photograph. Platte oder einen zylindrisch um den Kristall gelegten Film ersetzt. Die vielen Kriställchen eines feinkristallinen Pulvers erzeugen auf dem Film statt der einzelnen Flecke zusammenhängende Kurven. Sind die Kriställchen annähernd parallel gerichtet, z. B. in Drähten, Blechen, Fasern, so erscheinen die Kurven in einzelne kürzere Bögen aufgelöst (*Faser-Diagramm*).

Aus den Ablenkungswinkeln der Strahlen lassen sich die Gitterperioden (Gitterkonstanten, $\rightarrow$ Kristall) berechnen. Zur vollständigen Strukturbestimmung einschließlich der Atomorte müssen die Intensitäten der gebeugten Strahlen herangezogen werden.

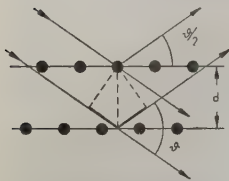
Strychnin - Sublimation

Die S. an vielen Tausenden von Kristallen hat ergeben, daß es vier Typen von Strukturen gibt:

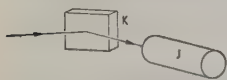
1) die meisten anorgan. Kristalle sind aus positiven Kationen und negativen Anionen aufgebaut (Ionengitter); 2) einige, z. B. der Diamant, bestehen aus Atomen, die durch gemeinsame Elektronen ver-



1: Laue-Methode; R Röntgenstrahl, K Kristall, P photographische Platte



2: Braggsche Reflexion



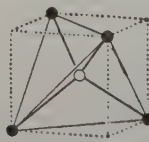
3: Bragg-Methode



4: Schichtgitter, MoS₂; Mo schwarz, S weiß



5: Kette aus SiO₄-Tetraedern

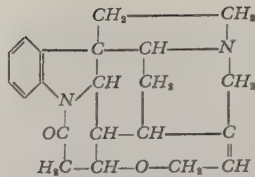


6: SiO₄-Tetraeder

Strukturanalyse

bunden sind (Atomgitter); 3) in den Metallen und vielen Sulfiden werden die positiven Metallionen durch frei bewegliche Elektronen zusammengehalten (Metallgitter); 4) die organ. Kristalle sind aus Molekülen aufgebaut (Molekülgitter). Zwischen den vier Typen gibt es Übergänge. Hierzu gehören die Schichtgitter, z. B. von MoS₂ (Bild 4) und von Glimmer; sie bestehen aus dünnsten, durch den ganzen Kristall durchlaufenden Schichten, die wie Moleküle nur schwach miteinander verknüpft sind. In den mineralogisch wichtigen Silikaten ist das Si-Kation stets von vier Sauerstoff-Anionen (Bild 6, SiO₄-Tetraeder) umgeben. Die SiO₄-Tetraeder können durch Kationen getrennt oder durch gemeinsame O-Ionen räumlich oder zu ebenen Netzen, Ketten (Bild 5) oder Ringen verbunden sein.

Strychnin, Alkaloid aus den Ignatiusbohnen und den Samen von Brechnuß, ist meist an Kaffee-Gerbsäure oder Apfelsäure gebunden und stets begleitet von *Brucin* (Dimethyloxy-S.). S. ist als



Strychninum nitricum officinell; es bildet farblose, vierseitige rhombische Säulen von äußerst bitterem Geschmack. S. wirkt erregend auf Zentralnervensystem, Rückenmark und

Sinnesorgane. Anwendung bei Schwächezuständen, Kreislaufstörungen, Lähmungen.

Stuck, Wand- und Deckenbekleidung aus S.-Gips, dem Farbe, Haare oder Fasern und Leimwasser zum Abbinden beigemischt sind. **Weiß-S.** enthält 2 Teile Weißkalk- und 1 Teil Gipsmörtel mit etwas Leimwasser; **Kalk-S.** gleiche Teile Kalk und Gipsmörtel; bei Verwendung im Freien mit Ölfarbenanstrich als Witterungsschutz; **Grau-S.** enthält feinen Steinkohlstaub als Zusatz; **Eisen-S.** sind Eisenspäne zugemischt; **Gips-S.** ist ein Gipsguß, in Formen aus Leim hergestellt; **Trocken-, Stoff- oder Stein-S.** wird ebenfalls in Leimformen hergestellt, mit starkem Leim-, Borax- oder Alaun-zusatz, wird sehr fest; **S.-Marmor** ist eine Marmorimitation aus Mörtel und feinem Marmorstaub; **Papier-S.** ist ein S. aus Papiermaché.

Stufe, 1) GEOLOGIE: Unterabt. der Formation, → Erdgeschichte.

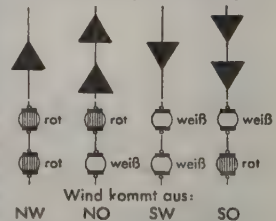
2) TECHNIK: Arbeitseinheit, z. B. in Turbinen, Pumpen, auch in Nachrichtengeräten.

Stunde, 1) ZEITMESSUNG: der 24. Teil des Tages; 1 S. (abgek. h) = 60 Minuten = 3600 Sekunden. → Sonnenzeit, → Sternzeit.

2) BERGBAU: Richtungsangabe, herrührend von der früher gebräuchl. 24-S.-Teilung des Kompasses.

Stundenzirkel, Deklinationskreis (→ astronomische Koordinaten). **Stundenzirkel**, der Winkel, den der S. mit dem Meridian einschließt.

Sturm, Wind von mindestens Stärke 8 (17,2 m/s) nach der Beaufortskala. An der Küste werden als S.-Warnungszeichen schwarze Bälle oder Kegel und bei Nacht rote und weiße Lichter gezeigt.



Sturm: Warnungssignale

Sturz, Träger aus Holz, Mauerwerk, Stahl oder Stahlbeton über einer Maueröffnung.

Sturzbett, WASSERBAU: fester, beckenartig vertiefter Abschnitt der Gewässersole unterhalb eines Wehres oder Absturzes, soll Sohlensaukolkungen auf der stromabwärts anschließenden unbefestigten Gewässerstrecke vermeiden.

Sturzbogen, BAUTECHNIK: der scheinrechte, waagerechte Bogen.

Sturzflug, ein steiler → Gleitflug, bei dem Geschwindigkeiten größer als die maximale horizontale Fluggeschwindigkeit erreicht werden.

Styrol, C₆H₅CH=CH₂, Phenyläthylen, Vinylbenzol, wird technisch durch katalyt. Wasserstoffabspaltung aus Äthylbenzol erzeugt; Ausgangsstoff zur Herstellung von → Polystyrol, von „Buna S“ (→ Kunstkauschuk) und von ungesättigten Polyesterharzen (→ Polyester).

Suberin, → Kork. **Suberinsäure**, → Korksäure.

Sublimat, CHEMIE: 1) → Sublimation, 2) Quecksilber(II)-chlorid, HgCl₂.

Sublimation, sublimieren, 1) der unmittelbare Übergang fester Körper, deren Dampfdruck (→ Dampf) schon vor dem Schmelzen erheblich wird, in den gasförm. Zustand. Das beim umgekehrten Vorgang entstehende feste Destillat heißt **Sublimat**.

2) METEOROLOGIE: der direkte Übergang des

Wasserdampfs vom gasförmigen in den festen Zustand; führt zur Bildung von →Reif.

Sublimierofen, ein Ofen zum Erhitzen (nicht Schmelzen) fester Stoffe. Entweichende dampfförmige Bestandteile werden nach Abkühlung als Sublimat fest. Anwendung z.B. bei der Arsengewinnung.

Subnuklearphysik, die Physik der →Elementarteilchen.

substantive Farbstoffe, →Färberei.

Substitution, 1) CHEMIE: bei chem. Verbindungen der Austausch von Atomen oder Atomgruppen durch gleichwertige andere **Substituenten**. So entsteht aus Methan, CH_4 , wenn Wasserstoffatome durch Chloratome substituiert werden, Chlormethan, CH_3Cl , Dichlormethan, CH_2Cl_2 , usw. Die theoret. Chemie berücksichtigt Feinheiten des Elektronenzustandes der beteiligten Atome und unterscheidet **radikalische (homolytische) S.** und **kryptoonische (elektrophile oder nukleophile) S.**

2) MATHEMATIK: das Einsetzen einer Größe oder einer Reihe von Größen für eine andere Größe oder eine Reihe anderer Größen, um die gestellte Aufgabe in eine einfachere zu lösende umzuwandeln.

Subtraktion, →Grundrechnungsarten.

Südlucht, →Polarlicht.

Südpunkt, 1) ASTRONOMIE: S. eines Himmelskörpers, der Schnittpunkt der Umdrehungsachse des Himmelskörpers mit seiner Oberfläche, auf den blickend man den Körper sich im Uhrzeigersinn drehen sieht. In diesem Sinn spricht man z.B. auch vom S. des Milchstraßensystems. Gegenpunkt ist der Nordpol. S. des Himmels, der Durchstoßungspunkt der über den irdischen S. hinaus verlängert gedachten Erdschase durch die Sphäre.

2) Der S. der Erde ist der am weitesten vom Äquator entfernt liegende Punkt der südl. Halbkugel und der südl. Schnittpunkt aller Meridiane (Bild Erde). Die Sonne geht am S. am 23. 9. auf und am 21. 3. unter und teilt das Jahr in den **Südpolartag** und die **Südpolarnacht**.

3) magnet. S., →Magnetismus, →Erdmagnetismus.

Südpunkt, **Mittagspunkt**, →Meridian.

Sukzinat, die Salze der →Bernsteinsäure.

Sulfo-, **Sulfo-**, in Zusammensetzungen chem. Bezeichnung für organ. und anorgan. Schwefelverbindungen, bei einigen davon gleichbedeutend mit der neueren Bezeichnung **Thio-** für solche Verbindungen, die sich formal von entsprechenden Sauerstoffverbindungen durch Ersatz des Sauerstoffs durch Schwefel ableiten. – **Sulfosäuren**, veraltet **Sulfonsäuren**, Verbindungen mit der **Sulfo-Gruppe**, $-SO_3H$. Die Einführung von Sulfo-Gruppen in Verbindungen heißt **Sulfurieren**, **Sulfonieren**.

Sulfanilsäure, **p-Anilinsulfosäure**, $NH_2 \cdot C_6H_4 \cdot SO_3H$, wird durch Sulfonierung von Anilin erhalten und dient u.a. zur Herstellung von Azofarbstoffen.

Sulfatase, Schwefelsäureester spaltendes →Enzym.

Sulfate, Salze der →Schwefelsäure.

Sulfide, Verbindungen von Schwefel mit einem anderen Element, im engeren Sinn insbes. Salze der Schwefelwasserstoffsäure.

Sulfinsäuren, organ. Verbindungen mit der Gruppe $-SO_2H$, z.B. Äthylsulfinsäure, $C_2H_5 \cdot SO_2H$.

Sulfitablauge fällt bei der Zellstoffgewinnung nach dem Sulfitverfahren an und kann auf **Sulfispiritus** verarbeitet werden, →Zellstoff.

Sulfite, die Salze der →Schwefligen Säure.

Sulfonamide, **Sulfamide**, mit Sulfosäuren gebildete, die Gruppe $SO_2 \cdot NH_2$ enthaltende →Amide. Sie wurden zuerst von GELMO synthetisiert, später von HÖRLEIN als Textilfarbstoffe verwendet und 1935 von DOMAGK und Mitarbeitern in die Medizin eingeführt; Ausgangsstoff war Paraaminophenyl-S. oder Sulfanilamid. Dessen antibakterielle Wirkung beruht bes.auf einer Ausschaltung der für Bakterien lebensnotwendigen, vitaminartig wirkenden Paraaminobenzoensäure.

Sulfosäuren, **Sulfonsäuren**, →Sulf-.

Sulfoxyssäure, H_2SO_3 , eine nur in Form von

Salzen bekannte Säure. Ihr mit Formaldehyd verbundenes Natriumsalz, $NaHSO_3 \cdot CH_2O$ (Formaldehyd-sulfoxylat, **Rongalit**), dient im Zeugdruck als Reduktionsmittel.

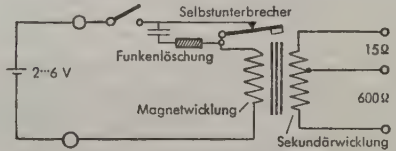
Sulfozyansäure, Rhodanwasserstoffsäure, →Rhodan.

Summe, Ergebnis der Addition (→Grundrechnungsarten). **Partial-S.** →Reihe.

Die S. $a_1 + a_2 + \dots + a_n$ wird abgekürzt mit

$$\sum_{i=1}^n a_i \text{ bezeichnet, die Doppel-S. } a_{11} + a_{12} + \dots + a_{1n} + a_{21} + a_{22} + \dots + a_{2n} + \dots + a_{m1} + a_{m2} + \dots + a_{mn} \text{ mit } \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} \text{ oder kurz } \sum_{i,j} a_{ij}.$$

Summer, einfache Wechselspannungsquelle für fernmeldetechn. Untersuchungen. Der **Magnet-S.** (**Schnarr-S.**) für Prüfzwecke erzeugt aus einer Gleichspannung von etwa 4 V durch Selbstunterbrecher (Wagnerschen Hammer) eine Frequenz von etwa 150 Hz und alle ganzen Vielfachen davon. Der



Magnetsummer

Ton-S. erzeugt durch eine Blattfeder oder Membran mit Selbstunterbrecher einen annähernd sinusförmigen Ton von rund 800 Hz. Beim **Mikrophon-S.** für Morse-Unterricht liegen eine Kohlemikrophon-Kapsel und eine Fernhörer-Kapsel in einem akustisch rückgekoppelten Schwingungskreis, der auf etwa 435 Hz abgestimmt ist. Für genauere Messungen gibt es **Röhren-S.** mit Rückkopplungsschaltung und **Transistoren-S.**

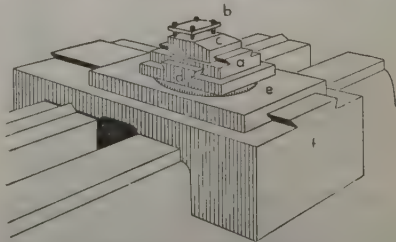
Sumpfgas, aus Sumpfen und Seeuferschlamm aufsteigendes Gasgemisch, enthält neben Kohlendioxid hauptsächlich Methan, entsteht durch Gärung von pflanzl. Substanz mit Hilfe von Bakterien.

Super, **Superhet**, →Rundfunktechnik.

Superoxide, die Peroxide, →per-.

Superphosphat, der wichtigste Phosphorsäuredünger (→Düngemittel, →Phosphor). Im S. liegt die Phosphorsäure zum größten Teil in wasserlös. Form (primäres Kalziumphosphat) vor; der Gehalt an Phosphorsäureanhydrid, P_2O_5 , rd. 18 %, ist maßgebend für die Wirksamkeit.

Superposition, die Überlagerung zweier oder mehrerer physikalischer Wirkungen gleicher Art am gleichen Ort, bes. bei Wellen (→Interferenz).



Support: a Kreuzschlitten, b Meißelhalter, c Ober-schlitten, d Drehteil, e Bettschlittenschieber, f Bettschlitten.

Support, bei der Werkzeugmaschine der Werkzeugträger zur Führung des Werkzeugs.

supraflüssig, **superflüssig**, **superfluid**, **superfluid** heißt die Modifikation des flüssigen →Heliums unterhalb 2,184° K. Dieses **Helium II** hat Eigenschaften,

Supraleitung – Synchronoskop

die sich grundlegend von denen normaler Flüssigkeiten unterscheiden, insbes. sehr geringe Zähigkeit und hohe Wärmeleitfähigkeit. Die Zähigkeit scheint beim absoluten Nullpunkt der Temperatur null zu werden. Das *He II* fließt mit großer Geschwindigkeit durch enge Kapillaren und kriecht in einer Schichtdicke von 50–100 Atomen über den Rand von Gefäßen, wobei aber die Wärmeenergie zurückbleibt. Die Wärmeleitfähigkeit erscheint etwa 10^4 mal so groß wie beim *He I*. Die Theorie des s. Zustandes von *TiS₂* geht davon aus, daß das *He* mit dem Atomgewicht 4 den Kernspin und gesamten Spin null hat, daher der Bosestatistik folgt und dem Pauliprinzip nicht unterliegt. Deshalb können bei Annäherung an den absoluten Nullpunkt sämtl. Heliumatome den tiefsten Zustand mit der therm. Energie null annehmen, in dem sie keine Wechselwirkung mehr mit anderen Atomen besitzen (Zähigkeit null). Die hohe Wärmeleitung beruht nicht auf Energieübertragung durch therm. Molekularbewegung, sondern auf einer Art Diffusion, wobei das normale *He* an der kalten Seite in supraflüssiges übergeht und als solches hemmungslös, da ohne Wechselwirkung, nach der warmen Seite strömt. Die von *TiS₂* aus der Theorie vorausgesagte Möglichkeit von *Wärmequellen* (*second sound*) ist experimentell gefunden worden.

W. FINKELNBURG: Einf. in die Atomphysik (1962).

Supraleitung, die praktisch unendlich große elektr. Leitfähigkeit einiger Metalle und metallähn. Verbindungen in der Nähe des absoluten Nullpunktes der Temperatur. Bei einer von Stoff zu Stoff verschiedenen *Sprungtemperatur* (*Sprungpunkt*; TABELLE) nimmt der elektr. Widerstand fast un stetig auf unmeßbar kleine Werte ab. Außerdem wird jedes nicht zu starke äußere Magnetfeld aus dem Innern des supraleitenden Metalles vollständig verdrängt (*Meißner-Effekt*). Übersteigt die magnet. Feldstärke einen bestimmten, von der Probenart, ihrer geometr. Form und der Temperatur abhängigen Grenzwert, so wird die S. zerstört.

Neben den Änderungen der elektromagnet. Eigenschaften treten bei der Übergangstemperatur auch Änderungen der Wärmeleitfähigkeit und der spezif. Wärme auf. Die elast. Konstanten, das Streuvermögen für Elektronen- und Röntgenstrahlen und das optische Verhalten bleiben dagegen gleich.

SUPRALEITENDE METALLE

Metall	Sprungtemperatur in °K	Metall	Sprungtemperatur in °K
Technetium	11,2	Uran.	1,25
Niobium ...	9,22	Aluminium	1,14
Blei	7,26	Gallium ...	1,07
Lanthan ...	4,71	Rhenium ..	0,95
Tantal ...	4,38	Zink	0,79
Vanadium ..	4,3	Osmium ...	0,71
Quecksilber	4,17	Zirkonium .	0,70
Zinn	3,69	Kadmium ...	0,54
Indium	3,37	Titan	0,53
Thallium ...	2,38	Ruthenium .	0,47
Thorium ...	1,32	Hafnium ...	0,35

Außer den reinen Metallen gibt es eine große Zahl von supraleitenden Legierungen und Verbindungen.

M. v. LAUE: Theorie der S. (*1949); D. SCHOENBERG: Superconductivity (Cambridge 1952).

Supramagnetismus, der durch eine supraleitende Spule erzeugte Magnetismus. Bestimmte Legierungen auf Niob-Zirkonium-Basis behalten ihre Supraleitfähigkeit auch im Magnetfeld. Mit ihnen wurden Elektromagnete entwickelt, die bei einer Masse von 500 g eine magnet. Flußdichte von 43 000 Gauß erzeugen; Stromdichte 200 000 A/cm². Verwendung voraussichtlich beim Bau stärkerer Teilchenbeschleuniger und bei Versuchen zur Kernverschmelzung.

Suprarenin, → Adrenalin.

Suspension, grobdisperses System (→ disperse

Gebilde, → Kolloide), bei dem kleine feste Teilchen in einer Flüssigkeit aufgeschwemmt sind.

Süßstoffe, synthet. Stoffe mit höherer Süßkraft als Zucker, aber ohne Nährwert, z.B. → Saccharin, → Dulcin.

Suszeptanz, der induktive Blindleitwert, Kehrwert der → Reaktanz.

Suszeptibilität, 1) elektr. S., das Verhältnis ξ der Elektrisierung $\mathfrak{P}$ in einem Material zu der elektr. Verschiebung $\mathfrak{D}$, die bei gleicher elektr. Feldstärke $\mathfrak{E}$ im Vakuum vorhanden wäre: $\xi = \mathfrak{P}/\epsilon_0 \mathfrak{E} = \epsilon_r - 1$ (ϵ_r = relative Dielektrizitätskonstante). 2) magnet. S., Magnetisierungskoeffizient, das Verhältnis χ der Magnetisierung $\mathfrak{M}$ zu der magnet. Induktion $\mathfrak{B}$, die bei gleicher magnet. Feldstärke $\mathfrak{H}$ im Vakuum vorhanden wäre: $\chi = \mathfrak{M}/\mu_0 \mathfrak{H} = \mu_r - 1$ (μ_r = relative Permeabilität).

Svedberg, Theodor, schwed. Chemiker, * 1884, Prof. in Upsala, bestimmte mit der Ultrazentrifuge u. a. das Molekulargewicht von Proteinen. Nobelpreis 1926.

Syenit, ein Tiefengestein von mittlerem Kieselsäuregehalt (um 60 %). Seine Hauptbestandteile sind Alkalifeldspäte, bes. Orthoklas, dunkler Glimmer, Hornblende, Augit, untergeordnet auch albitreicher Plagioklas; S. wird wie Granit verwendet.

Symmetrie, 1) MATHEMATIK: die spiegelbildl. Lage zu einem Punkt (*S.-Zentrum*; *zentrische S.*), einer Geraden (*S.-Achse*; *axiale S.*) oder einer Ebene (*S.-Ebene*). Symmetrische Punkte liegen auf verschiedenen Seiten gleich weit von S.-Zentrum, -Gerade, -Ebene entfernt. Zentrisch symmetrische (kugelsymmetrische) Gebilde lassen sich stets durch Drehungen miteinander zur Deckung bringen, axial-symmetrische dagegen im allgemeinen nur durch Umklappen aus ihrer Ebene heraus und räumlich symmetrische (an Ebenen gespiegelte) im allg. überhaupt nicht. Die *symmetrische Gruppe* (Permutationsgruppe) ist die → Gruppe der Vertauschungen von n Dingen untereinander. Ein → Polynom in mehreren Unbestimmten ist symmetrisch, wenn es bei jeder Vertauschung der Unbestimmten untereinander in sich übergeht.

H. WEYL: Symmetry (1952; dt. Basel 1955);

J. NICOLLE: Die S. (1954); B. L. VAN DER WAERDEN: Algebra, 1 (*1960).

2) KRISTALLOGRAPHIE: → Kristall.

Symplex, ERWEISS- und ENZYMSCHEMIE: die Vereinigung von Proteinen mit Nichteisweißen (Lipoiden: Lipoproteide, Zucker: Glykoproteide, Koenzyme: Enzyme).

Synchrongetriebe, → Kraftwagengetriebe.

Synchronisierung, *Synchronisation*, 1) LICHTSPIELTECHNIK: das zeitl. Abstimmen von Ton- und Bildablauf aufeinander, bes. bei Übertragung in eine andere Sprache und beim nachträgl. Vertonen. 2) FERNSEHEN: die Erhaltung des Gleichlaufs des Elektronenstrahls der Bildröhre im Empfänger mit dem Elektronenstrahl der Abströhre im Studio durch Gleichlaufzeichen, → Fernsehen.

Synchronmaschine, eine elektr. Wechselstrommaschine, wird für Ein- und Dreiphasenwechselstrom gebaut. *Synchrongenerator* → Generator. Beim *Einphasen-Synchromotor* sind im einfachsten Fall Ständer und Läufer lediglich gezahnt. Während einer halben Periode dreht sich der Läufer um einen Zahn weiter. Einphasen-Synchromotoren benötigen zum Anlaufen eine Hilfsphase. Der *Drehstrom-Synchromotor* steht in einem von der Polzahl abhängigen Verhältnis zur Netzfrequenz. Er wird bes. als Antriebsmotor großer Kompressoren verwendet.

Synchronoskop, elektr. Meßgerät zum Anzeigen des Synchronismus beim Parallelschalten von Generatoren. In einem vom Netzstrom erregten Magnetfeld befindet sich ein vom Generatorenstrom durchflossener Anker. Stimmen die Frequenzen nicht überein, so entsteht ein Drehfeld, das den Anker und einen Zeiger mitnimmt; Synchronismus herrscht bei Stillstand des Zeigers. Sind die Frequenzen verschieden, so läuft der Anker links oder rechts herum. Die Drehgeschwindigkeit ist proportional der Frequenzdifferenz. Sind die Frequenzen der Spannungen

gleich, die Spannungen jedoch nicht in Phase, so bleibt der Anker in einer Stellung stehen, die um den Phasenwinkel zwischen den Spannungen von seiner Nullstellung abweicht.

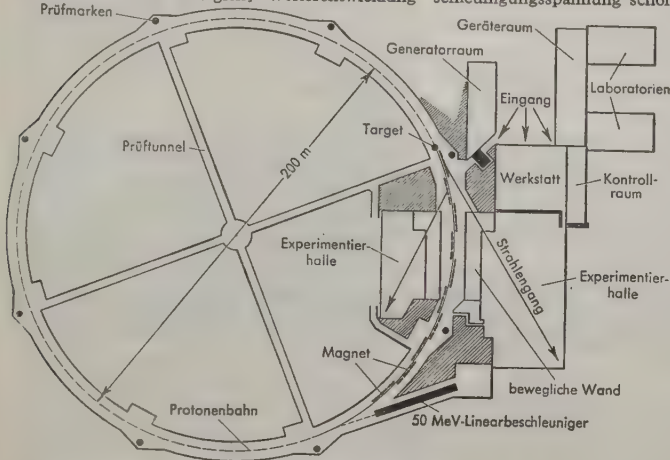
Synchrotron, Gerät zur Beschleunigung von Elektronen (Elektronen-S.) und Protonen (Protonen-S.) auf sehr hohe Energien; Weiterentwicklung

sie durch eine rasche Folge von Spannungsschößen bis annähernd Lichtgeschwindigkeit beschleunigt werden. Das Magnetfeld muß mit der Energie der Teilchen anwachsen, damit diese nicht aus der Kreisbahn hinausgeschleudert werden. Im Elektronen-S. erreichen die Elektronen bei fester Frequenz der Beschleunigungsspannung schon nach wenigen Span-

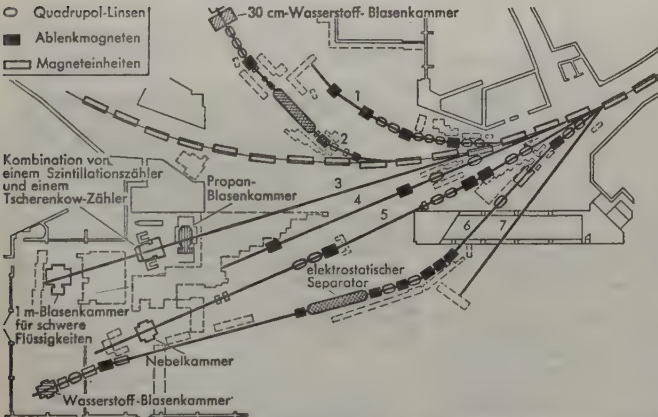
nungsschößen die Nähe der Lichtgeschwindigkeit und haben dann praktisch konstante Umlauffrequenz. Im Protonen-S. dagegen erreichen die Protonen wegen ihrer großen Ruhmasse erst bei sehr hohen Energien (viele 1000 MeV) die Nähe der Lichtgeschwindigkeit. Während des Beschleunigungsprozesses nimmt ihre Geschwindigkeit und damit ihre Umlauffrequenz ständig zu; daher muß auch die Frequenz der beschleunigenden Wechselspannung dauernd erhöht werden (*Frequenzmodulation*).

Die Kreisbahn (Sollkreis) liegt in einer ringförmigen Vakuumröhre, über und unter der die Polschuhe eines Elektromagneten angeordnet sind. Der Magnet ist in seinem Verlauf entlang der Ringröhre mehrmals (bis 100-mal) unterbrochen; in den Lücken liegen abgestimmte Hohlraumresonatoren mit der Beschleunigungs-Wechselspannung. Die umlaufenden Teilchen erzeugen eine Hallspannung ($\rightarrow$ Hall-Effekt), die durch einen Halbleiter abgenommen wird und nach Verstärkung den Oszillator der Beschleunigungsspannung steuert; die richtige Phasenlage wird mit Hilfe von influenzierten Ladungen hergestellt, die von den vorbeifliegenden Teilchen erzeugt werden. Um den Bereich der Frequenzmodulation zu verkleinern, benutzt man $\rightarrow$ Linearbeschleuniger oder andere Beschleunigungsgeräte zur Vorbeschleunigung.

Der Sollkreis wird durch das Gleichgewicht zwischen Zentrifugalkraft und $\rightarrow$ Lorentz-Kraft bestimmt. Durch besondere Gestaltung der Polschuhe können die rücktreibenden Kräfte verstärkt werden (*Richtungsfokussierung*). Für höchste Energien, bei denen diese Maßnahmen zur Steuerung des Protonenstrahls nicht mehr ausreichen, wurden die *AG-Beschleuniger* (S. mit alternierendem Feld-Gradienten) entwickelt. Bei ihnen sind die einzelnen Magneten zwischen den Beschleunigungsstrecken in viele gleiche Abschnitte aufgeteilt, deren Feld abwechselnd nach außen und nach innen hin stark ab-



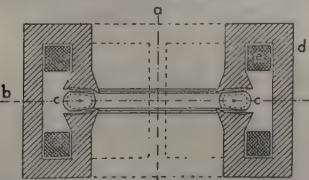
- Quadrupol-Linsen
- Ablenkmagneten
- Magneteinheiten



Synchrotron 1: 28 GeV-Protonensynchrotron des CERN (Genf): oben Grundriß der Gesamteinrichtung; unten Experimentierhallen.

1 π^- - und K-Mesonenstrahl. 2 K-Mesonenstrahl. 3 Neutrinostrahl. 4 Protonenstrahl. 5 π^+ -Mesonenstrahl. 6 Antiprotonenstrahl. 7 Kontrollstrahl.

der $\rightarrow$ Elektronenschleuder und des $\rightarrow$ Zyklotrons. Wie bei der ersten werden die Teilchen durch ein homogenes oder annähernd homogenes Magnetfeld auf eine Kreisbahn gezwungen, auf der



Synchrotron 2: grundsätzlicher Aufbau; a Symmetrieachse, b Symmetrieebene, c Ringröhre, d Foch, e Erregerspule.

fällt (einen großen Gradienten besitzt). Dadurch werden die vom Sollkreis abweichenden Protonen so kräftig zurückgetrieben, daß sie über den Sollkreis hinüber ganz aus der Bahn geworfen würden, wenn sie nicht dort einen ebenso kräftigen Gegenstoß erhielten usw. Im Ergebnis werden die Protonen so eng gegen den Sollkreis gedrängt, daß der Querschnitt der Ringröhre gegenüber dem gewöhnl. S. erheblich verkleinert werden kann.

Das S. dient der physikal. Forschung bes. in der → Kernphysik und der Physik der → Elementarteilchen.

R. KOLLATH: Teilchenbeschleuniger (*1962).

Synklinale, lang ausgedehnte, tiefe Sedimentationsmulde. (→ Faltung)

synodische Umlaufzeit, der bei dem Umlauf eines Planeten um die Sonne zwischen zwei aufeinanderfolgenden Konjunktionen oder Oppositionen des Planeten mit der Sonne liegende Zeitraum. Die s. U. des Mondes ist der *synodische Monat*.

Synthese, CHEMIE: Aufbau chem. Verbindungen aus den Elementen oder einfacher gebauten Grundchemikalien (Zwischenprodukte).

Synthesegas, zur Kohlehydrierung nach dem → Fischer-Tropsch-Verfahren eingesetztes Gasgemisch aus Kohlenoxid und Wasserstoff im Verhältnis 1:2. Die Herstellung führt meist über Wassergas. Der zusätzl. Wasserstoff wird durch Wassergas-

konvertierung oder durch Tieftemperaturzerlegung von Kokereigas gewonnen.

Szintillationspektrometer, Gerät zur Untersuchung von Gammaspektren. Die zu untersuchende Gammastrahlung löst in einem Szintillationszähler mit einem NaJ-Kristall besonderer Güte Photo- und Compton-Elektronen und bei Gammaenergien über 1 MeV auch Elektron-Positron-Paare aus. Diese Sekundärelektronen bewirken im S. elektr. Impulse, die mit einem elektron. Impulshöhenanalysator automatisch nach ihrer Größe sortiert werden. S. dienen auch zur Untersuchung von Beta- und Alpha-spektren.

Szintillator, szintillierender Kristall, in Szintillationszählern verwendet. Als S. dienen von organ. Verbindungen, z. B. Anthrazen, Transstilben, Terphenyl; von organ. Lösungen, z. B. Terphenyl in Toluol, 2,5-Diphenyloxazol in Toluol; von anorgan. Verbindungen, z. B. mit Thallium aktivierte Natriumjodidkristalle, mit Silber aktivierte Zinksulfid.

szintillieren, Szintillation. 1) → Luftunruhe. 2) PHYSIK: die Entstehung von (äußerst lichtschwachen) Lichtblitzen beim Auftreffen von Teilchen (α-Teilchen) auf fluoreszierende Stoffe, z. B. Zinksulfidphosphore. Szintillationszähler bestehen aus einem → Szintillator und einem Photo-Sekundärelektronen-Vervielfacher.

T

T, chem. Zeichen für → Tritium.

Ta, chem. Zeichen für → Tantal.

Tabak, die Pflanze *Nicotiana* (Fam. Solanaceen) sowie ihre getrockneten, fermentierten und als Genußmittel zubereiteten Blätter. Ihre Heimat ist Amerika und Australien; Anbau ist heute auf Grund von Auslese und Züchtung bis zum 55.–60. Breitengrad möglich. Die geernteten Blätter werden natürlich oder künstl. getrocknet und in Stapeln oder Kisten einer Gärung (Fermentation) unterworfen; Dauer bis 12 Wochen. Das *Kammerverfahren* ist eine Schnellbehandlung (1–2 Wochen) in klimatisierten Räumen. Bestimmte T. schickt man danach durch die *Redrying-Maschine*, die sie wieder stark austrocknet und abkühlt, wodurch sich ihre Lagerfähigkeit erhöht. Es folgt in 1–2 Jähr. Lagerung die Ausreifung.

Rauch-T. wird maschinell gefeuchtet, gelöst, gemischt, gesiebt, geschnitten, geröstet, flavorisiert und automatisch verpackt und bänderoliert. Die Soßen enthalten Zucker, Sirup, Weichmacher, Glycerin, Glykole, Lakritzen u. a. Schnittbreiten sind 0–1,5 mm (Feinschnitt), 1,5–3 mm (Krüllschnitt), mehr als 3 mm (Grobchnitt).

Schnupf-T. wird gestoßen, geraspelt oder gemahlen, u. U. nachgesiebt, aromatisiert und mit Kräutermischungen versetzt.

T.-Rauch enthält Schwelprodukte der Kohlenhydrate, u. a. Methylglyoxal, Glyoxylsäure, Oxybrenztraubensäure, Pyridin- und Pyrrolidinderivate, Phenole, Brenzkatechin, Nikotinsalze, Harze, Paraffine. Zigarettenrauch ist im Gegensatz zu Pfeifen- und Zigarrenrauch überwiegend sauer, was zu Reizuständen und Raucherkatarrh führen kann. Nikotin und Teer können durch Filter abgefangen werden, nicht dagegen flüchtige Aldehyde, Ketone, Pyrolyse, Phenole u. dgl. Schädigend wirken außer Nikotin auch Methylalkohol und Kohlenoxid (bis 3 Vol.-%). Spurenweise im Zigarettenrauch nachgewiesenen zykl. Kohlenwasserstoffen wird krebserzeugende Wirkung zugesprochen.

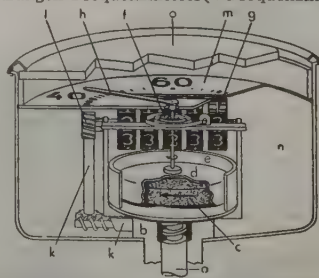
Tabelliermaschine, → Lochkarte.

TACAN-Verfahren, ein Navigationsverfahren, arbeitet im 1000 MHz-Bereich. Auf Anfrage-Impulse des Flugzeugs antwortet die Bodenstation mit Impulsen, aus denen sich Richtung und Abstand zu ihr entnehmen lassen. Eine Bodenstation

kann bis zu 120 Flugzeuge gleichzeitig bedienen. Die Impulse lassen sich auch für eine automat. Steuerung des Flugzeugs bei einem Zielflug ausnutzen.

Tachometer, Geschwindigkeitsmesser, Gerät zum Messen der Geschwindigkeit von Fahrzeugen durch Messen der Drehzahl von Wellen u. a. Maschinenteilen. Für Kraftwagen üblich sind das *Fliehkraft-T.*, praktisch ein mechan. Drehzahlmesser mit durch die Fliehkraft gehobenem Pendelring, und das *Wirbelstrom-T.*, bei dem die in einer Aluminiumtrommel zwischen den Polen eines Magneten entstehenden Wirbelströme eine Rückstellfeder um so stärker mitnehmen, je höher die Drehzahl ist.

Der elektr. *Fernndrehzahlmesser* besteht aus einem mit der Antriebswelle gekuppelten Gleich- oder Wechselstromgenerator als Geber und einem Voltmeter als Empfänger. Das *Frahmische Resonanz-T.* ist ein Zungen-Frequenzmesser (→ Frequenzmesser).



Wirbelstromtachometer: a Magnetachse mit Schnecke zum Antrieb des Kilometerzählers, b Lagerblock, c Magnet, d Systemglocke mit Zeigerachse, e Rückschlüßring, f Spiralfeder, g Zahlenrolle, h Zeiger, k Schneckenwelle mit Schneckenrad, l Schneckenrad mit Zählerachse, m Zifferblatt, n Gehäuse, o Deckglas.

Tachographen registrieren durch ein Schreibwerk langsam veränderl. Drehzahlen.

Tachymeter, *Tachymetertheodolit*, Gerät für Geländeaufnahmen, das Horizontal- und Vertikalwinkelmessungen gestattet. Der Abstand zweier, im

Fernrohr horizontal angebrachter Fäden bildet außerdem ein Längenmaß. Das *Bussolen-T.* hat zusätzlich eine Magnetnadel zum Richtungsmessen.

M. KNESSL: Hb. der Vermessungskunde, 3 (1956).

Taft, Taffet, Kleider- und Blusenstoffe aus Seide, Halbseide oder Chemiefäden in Leinwandbindung.

Tag, im bürgerl. Leben die Zeit zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang. Die Länge des T. hängt von der geograph. Breite und der Jahreszeit ab. Der kürzeste T. ist für nördl. Breiten der 22. 12., der längste der 22. 6.; umgekehrt für südl. Breiten.

Der *astronomische T.* umfaßt die Zeit zwischen zwei unteren Kulminationen der Sonne, dauert also 24 Stunden. Dem in seiner Länge etwas veränderl. *wahren Sonnentag* liegt die wirkliche, mit ungleichförmiger Geschwindigkeit in der Ekliptik bewegte Sonne zugrunde, dem *mittleren Sonnentag* konstanter Länge, auf den die Uhren abgestimmt sind, die mit gleichbleibender Geschwindigkeit im Äquator laufend gedachte Sonne. → Sonnenzeit, → Sternzeit.

Tagebau, der Bergbau an der Erdoberfläche, im Unterschied zum Untertagebau, dem Abbau im Bergwerk.

Tagkreis, der von einem Gestirn infolge der Achsendreher der Erde in 24 Stunden beschriebene Kreis, durch den Horizont in Tag- und Nachtbogen geteilt.

Tagundnachtgleiche, das → Äquinoktium.

Takelage, Takelwerk, die Gesamtheit der Segel-einrichtung eines → Segelschiffs; die → Masten, die nach oben durch die Stengen verlängert und, ebenso wie diese, durch stehendes Gut (meist Tauwerk aus Stahldraht oder kurze Ketten) – seitl. durch Wanten und Pardunen, längsschiffs durch Stagen – abgestützt sind. Die Masten dienen zum Anbringen der Segel, die an Rahen oder an Gaffeln und Bäumen durch das laufende Gut (meist Hanftauwerk) ausgespannt werden.

Talje, ein → Flaschenzug aus zwei ein- oder mehrscheibigen Blöcken mit einem Taljeldraht (Tau).

Talk, monoklines Mineral, $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$, weiß oder hell gefärbt, Härte 1, blättrig bis dicht (Steatit, Speckstein); wird zu Puder (Talcum) verarbeitet und in der Papierfabrikation und als Appretur verwendet, der Steatit auch in der Elektro-industrie für Schalter, Steckdosen usw. Mit T. isomorph und ihm sehr ähnlich ist der Pyrophyllit, $Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$, und seine dichte Varietät, Agalmatolith oder Bildstein.

Tallöl, bei der Zellstoffgewinnung als Nebenprodukt anfallendes Gemisch von Fett- und Harzsäuren; wird nach Reinigung durch Destillation entweder als solches oder nach Auftrennung in Fettsäuren und Tallharz zur Herstellung von Anstrichstoffen in steigendem Maß verwendet.

Talsperre, Stauwerk, eine Stauanlage, die quer über den Wasserlauf die ganze Talbreite abschließt. T. dienen der Trinkwasserversorgung, der Bewässerung, der Schifffahrt, der Niedrigwasseraufbesserung, dem Hochwasserschutz (Ausgleichsbecken),

der Erzeugung elektr. Energie. Eine T. umfaßt Hochwasserentlastungsanlage, Grundablaß und Tosbecken, ferner das Einlaß- und das Entnahmehauswerk für Wasserwerks- oder Kraftwerksleitungen und das Kraftwerk, sofern es mit der T. eine Einheit bildet.

BEDEUTENDE TALSPERREN

	Inhalt Mio m ³	Staubauwerk Höhe	Länge in m
Deutschland			
Bleiloch (Saale)	215	60	205
Schwammenauel (Eifel)	205	72	480
Eder	202	42	400
Hohenwarte (Saale) ..	198	67	412
Roßhaupten (Lech) .	168	37	280
Ottmarchau (Glatzer Neiße)	143	14	6500
Möhne	135	33	640
Rappbode (Harz) ...	109	88	400
Schluchsee	108	35	288
Österreich			
Moserboden (Kaprun)	84	{ 112 105	{ 357 472
Schweiz			
Grande Dixence ...	400	284	—
Mauvoisin	182	237	535
Rossens	180	83	320
Afrika			
Owen-Falls Damm (Uganda)	246 000	30	750
Kariba (Sambesi) ...	160 000	125	615
Assuan (im Bau) ...	130 000	111	5000
Assuan (Ägypten) ...	5400	36	1960
Asien			
Yalu (Nord-Korea) ..	7300	94	—
Mettur (Indien)	2650	53	1600
Sariyar (Türkei)	1800	108	250
Australien			
Hume (Murray)	2460	61	1580
Verein. Staaten			
Boulder- (Hoover-) Damm (Nev.)	36800	221	373
Glen Canyon (Ariz.) ..	34 200	213	475
Oahe (S. D.)	28 700	74	2830
Garrison (N. D.)	28 370	64	3400
Fort Peck (Mont.) ..	23 950	76	6400
Grand Coulee (Wash.)	11 700	168	1280
Übriges Amerika			
Rincón del Bonete (Uruguay)	6400	41	—
Gatun (Panama)	5420	35	2350
Azucar (Mexiko)	2100	42	6000
Sowjetunion			
Schtscherbakow (Wolga)	26 000	14	—
Zimljanskaja (Don) ..	12 600	26	—



Tandem – Tankstelle

Staudämme werden als Erd- oder als Steindämme ausgeführt. **Erdämme** bestehen in der Hauptsache aus bindigen und rolligen Böden, Steine werden zur Sicherung der Wasserseite und des luftseitigen Dammfußes verwendet. **Steindämme** werden als gepackte, gerüttelte und geschüttete Staudämme gebaut, meist mit wasserseitiger Dichtungsdecke in Beton oder Asphalt mit gerütteltem Stein-Lehm-Kern.

Staumauern werden als Gewichtstaumauern, Bogengewichtstauern, Bogenmauern und Pfeilerstau-mauern errichtet. Die Standsicherheit der **Gewichtstau-mauern** mit Dreiecks-Querschnittform und geradlinigem Verlauf der Krone zwischen den beider-seitigen Talhängen beruht allein auf ihrem Gewicht. Bei **Bogengewichtstauern** ist die Standsicherheit durch die Bogenwirkung erhöht. Die neuere Ent-wicklung hat zu der erheblich wirtschaftlicheren und sichereren **Bogenstaumauer** geführt, für die sich schlanke Mauerquerschnitte erzielen lassen. Sie wird in kreiszylindrischer Form in trog- und U-förmigen Tälern mit Steilhängen oder mit von Mauerkrone zur Sohle zunehmender Bogenkrü-mung bei V- und parabelförmigen Tälern ausge-führt. Besonders geringe Mauerstärken erfordern die **Schalen-** und die **Kuppelstaumauer**. Die aufge-löste Bauweise der in der Regel geradlinig verlaufenden **Pfeilerstaumauer** eignet sich für breite und flache Täler bei mittleren Stauhöhen. Sie wird nur noch als **Gewölberahmenmauer** (selten) und als **Zellen- oder Pfeilerkopfmauer** (häufiger) ausgeführt. Das mit 257 m höchste Staubauwerk der Welt ist die Vajont-Bogenstau-mauer in Italien.

F. TÖLKE: T. (1953); A. SCHOKLITSCH: Hb. des Wasserbaus (1962); H. PRESS: Stauanlagen und Wasserkraftwerke, 1 (*1958).

Tandem, 1) bei Maschinen, Fahrzeugen u. a. eine Anordnung, bei der zwei hintereinanderge-schaltete Antriebe auf die gleiche Welle wirken; z. B. Fahrrad für zwei Personen.

2) ein elektrostatischer Teilchenbeschleuniger, bei dem die Beschleunigung in zwei Stufen erfolgt. Wie beim → Bandgenerator wird mit Hilfe eines aufgeladenen, umlaufenden Bandes eine hohe positive Spannung erzeugt. Negative Wasserstoff-Ionen werden in einer Ionenquelle und einem Umladungskanal erzeugt (BILD) und von der Hochspannung be-schleunigt. In der Hochspannungselektrode muß der Ionenstrahl einen Gaskanal passieren, in dem die beiden Elektronen vom Proton abgestreift werden, so daß die nun positiven Teilchen erneut von der Hochspannung – diesmal durch Abstoßung – beschleunigt werden. Hierdurch kann z. B. mit einer Spannung von 6 MV eine Teilchenenergie von 12 MeV erreicht werden. T. werden für Span-nungen bis zu 10 MV, also für Protonenenergien bis 20 MeV gebaut. Die Teilchenströme liegen bei 10–25 µA. Auch schwere Ionen, z. B. Sauerstoff, können damit beschleunigt werden.

Tangens, → Winkelfunktionen.

Tangente, eine gerade Linie, die eine Kurve oder Fläche in einem Punkte P berührt. Die Berührung erklärt man mit Hilfe der → Differentialrechnung als Grenzlage beim Zusammenrücken der beiden Schnittpunkte einer → Sekante. Wenn die T. einer Fläche im Punkte P sich zu einer Ebene zusammen-schließen, nennt man diese die **Tangentialebene** an die Fläche im Punkte P. Die **T.-Länge**, die **Sub-tangente** und die **Subnormale** sind Begriffe, die nur



Tangente: Berührung von Tangente und Kurve.

in bezug auf ein festes Koordinatensystem und des-sen x-Achse definierbar sind.

Tangentenbussole, einfacher Strommesser aus einer senkrecht und in magnet. N-S-Richtung ge-stellten Drahtschleife, in der eine Magnetnadel horizontal schwingt.

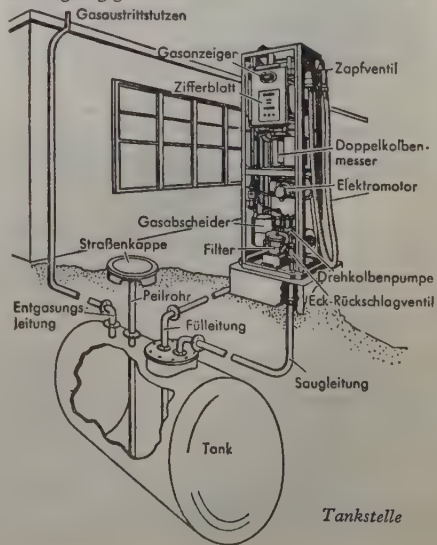
Tank, geschlossener Behälter für Flüssigkeiten oder Gase; für leichtverdampfbare Stoffe gibt es „atmende“ Behälter mit gewölbten, mechanisch ver-schiebbaren oder schwimmenden Dächern, Gas-domen oder in Sphäroidform.

Tanker, Tankdampfer, Sonderschiff zum Trans-port flüssiger Ladung (Mineralöle, Flüssiggas). Der Brückenaufbau steht im vorderen Teil des Mittel-schiffs, die Antriebsanlage mit Schornstein befindet sich achtern. T. bis 25000 t Zuladung haben meist Dieselantrieb, größere T. (bis 130000 t) Hoch-druckdampftrieb; Geschwindigkeiten 15 bis 18 kn. Die Laderäume (Tanks) sind so unterteilt, daß die Ladung die Stabilität nicht gefährdet; sie sind durch ein Rohrleitungssystem untereinander verbunden und besitzen Lüftungs- und Feuer-schutzeinrichtungen. Bei **Gas-T.** sind es kugel-förm. Behälter, in denen das unter mäßigem Über-druck stehende Gas verflüssigt ist. Bei nicht ge-schweißten T. liegt zwischen Kollisionsschott und vorderem Tankquerschott der vom Boden bis zum Deck reichende **Kofferdamm**. Er verhindert bei Undichtigkeit des Tankschotts die Verunreinigung des benachbarten Laderaumes.

Tankreifen, ein großvolumiger Reifen (1 m Breite, 1,80 m Durchmesser), der als rollender Behälter zum Transport von Kraftstoffen, beson-ders in unwegsamem Gelände dient. Der T. dreht sich um eine Schleppachse, über die er mit dem Zugfahrzeug oder weiteren T. verbunden ist.

Tankstelle dient der Versorgung von Kraftfahr-zeugen mit Treibstoffen und Schmiermitteln. Aus unterirdischen Tanks (Kapazität bis 400000 l) wird der Treibstoff durch Pumpen zur Zapfstelle (**Tank-säule**) gefördert und über Durchflußmeßuhren mit Preisrechner in den Tankschlauch gedrückt. Tank-säulen für Zweitakt-Benzin-Ölgemische sind auf jedes Mischungsverhältnis einstellbar.

Auf großen **FLUGHÄFEN** gibt es Tankanlagen mit auf dem Flugfeld verteilten Zapfanschläüssen (**Hy-drantensystem**). Der sonst übl. **Tankwagen** wird bei diesen Anlagen nur noch als bewegl. Meß- und Regelgerät zwischen Hydrant und Tankanschluß am Flugzeug geschaltet.



Tannate, gerbsaure Salze, → Gerbsäuren.

Tannin, *Gallusgerbsäure*, gelbl. Pulver, in vielen pflanzl. Gerbstoffen; aus Galläpfeln gewonnen und in der Baumwollfärberei und Medizin verwendet.

Tantal, *Ta*, chem. Element, Übergangsmetall in der 5. Nebengruppe des Periodischen Systems, Ordnungszahl 73, Massenzahl 181, Atomgewicht 180,948, Schmelzpunkt 3000° C, Siedepunkt etwa 4100° C, Dichte 16,65 g/cm³. T. ist ein grauweißes, ziemlich hartes, zähes und dehnbares elast. Metall, das bearbeitet und poliert werden kann, wenn es rein ist. In den Festigkeitseigenschaften und in der Leitfähigkeit für Wärme und elektr. Strom entspricht es mittelhartem Stahl.

Das wichtigste Mineral ist der *Tantalit*; andere Minerale sind Tantalate der seltenen Erden, auch von Uran, Thorium, Antimon.

Zur Gewinnung werden die Verbindungen mit Flußsäure aufgeschlossen oder in einer Schmelze aus Kaliumfluorid und -chlorid durch Elektrolyse reduziert. T. wird als Werkstoff für chem. Apparate, für Spinnrüden in der Kunstseideherstellung verwendet, für chirurg. Instrumente und für Elektroden von Elektronenröhren.

Unter den T.-Verbindungen ist das T.-Pentoxid (*Tantalsäure*, Ta_2O_5) am beständigsten. Es bildet mit starken Basen Salze (*Tantalate*), z.B. *Kaliumfluorotantalat* (*Kaliumtantalfuorid*, K_2TaF_7), das leicht umkristallisiert werden kann und zur Reindarstellung von T.-Verbindungen, bes. zur Abtrennung von dem sehr ähnl. Element → Niobium dient. *Tantal-karbid*, TaC und Ta_2C , sind überaus hart und hochschmelzend (etwa 3900°C) und werden zur Herstellung von → Hartmetallen gebraucht.

K. WINNACKER u. L. KÜCHLER: Chem. Technologie, 5 (1962).

Tapete, gemusterte Wandbekleidung, ursprünglich aus gewebten Stoffen oder Leder, heute meist aus Papier. T. werden fast ausschließlich auf Rotationsdruckmaschinen gedruckt, die in einem Arbeitsgang die 57 cm breite Papierbahn mit bis zu 20 verschiedenen Farben bedrucken. Billige, gute T. bestehen aus holzschliffhaltigem Papier, für beste T. werden nur holzfreie Papiere verarbeitet.

Naturell-T., bei denen nicht die ganze Papierfläche mit Farbe bedruckt ist, vergilben an der Wand. *Decker-T.* und *Fond-T.* sind ganz mit Druckfarbe bedeckt; *Velour-T.* erhalten eine wollige, samtartige Oberfläche durch Bestäuben einer gefirnisten, gemusterten Fläche mit Wollstaub. Bei *Seidenglanz-T.* (*Tekko-T.*) wird das Papier mit Glimmer oder Bronze vorgestrichen. *Gepreßte* oder *gaufrierte T.* erhalten auf der Gouffriermaschine ein Reliefmuster eingepreßt. *Lincrusta-T.* tragen auf der Vorderseite eine Deckschicht aus oxydiertem Leinöl und Harz. Sie sind abwischbar.

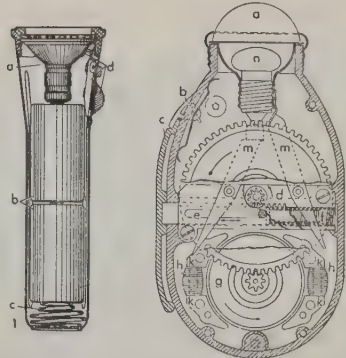
Target, Bestrahlungsobjekt, an dem durch Beschuß mit Teilchenstrahlen Kernreaktionen ausgelöst und gemessen werden. T. sind meist dünne Schichten festen Materials von 10–1000 µg/cm², die durch Aufdampfen im Hochvakuum erzeugt werden. Sollen Sekundärteilchen kurzer Reichweite nachgewiesen werden, so wird als Unterlage z. B. eine hauchdünne, in einem Rähmchen aufgenähte Schicht aus Kohlenstoff verwendet. *Gas-T.* sind gasgefüllte kleine Behälter, in die die Teilchen durch eine dünne Nickelfolie eintreten.

Tartrate, die Salze der → Weinsäure.

Tartrazin, ein Pyrazolonfarbstoff (→ Pyrazol).

Taschenlampe, elektr. Handleuchte mit Trockenbatterie (meist Leclanché-Element, → galvanische Elemente). Üblich sind Flachbatterien mit 1, 2 oder 3 runden Elementen, die nebeneinander angeordnet sind, oder Stabbatterien mit 1, 2 oder 3 Elementen übereinander. Daneben gibt es T., deren Stromquelle ein handbetriebener Generator oder ein am Netz aufladbarer Akkumulator ist.

Tau, wäßriger Niederschlag, bildet sich während der Nacht am Boden und an festen Gegenständen durch Kondensation aus dem atmosphär. Wasserdampf und der Bodenfeuchtigkeit, wenn sich der



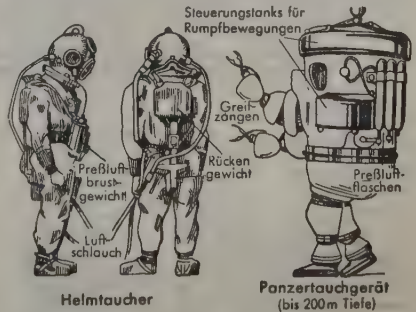
Taschenlampe: links Stabtaschenlampe; a Scheinwerfer mit Glühbirne, b Stabbatterien, c Druckfeder, d verschiebbares Kontaktstück mit Feder und Knopf. Rechts Taschenlampe mit Klein-Generator; a Linse, b Sperre, c Druckbügel, d Zahnstange, e Führung mit Führungsstift, f Druckfeder, g–k Generator, g umlaufendes Polrad, h Wicklungen, k Polschuhe aus Weicheisen, m Kontakte, n Glühbirne.

Boden oder die Gegenstände durch Ausstrahlung unter den → Taupunkt abkühlen. Liegt der Taupunkt unter 0° C, so entsteht → Reif.

Tau, *Tauwerk*, ein dickes → Seil.

Tauchende Unterasse, ein aus zwei Kugelschalen aus Edelstahl gebildeter Tauchkörper zur Erforschung des Meeresbodens bis zu 300 m Tiefe, durch schwenkbare Düsen angetrieben und gesteuert, aus denen durch elektromotorisch angetriebene Pumpen beschleunigtes Wasser austritt.

Tauchgeräte ermöglichen Arbeiten und Untersuchungen unter Wasser auch in größeren Tiefen. Das Tauchen wird erschwert durch den mit der Wassertiefe steigenden Druck (1 at/10 m), den Auftrieb, die schlechte Sicht und die Wassertemperatur. Die Druckzunahme steigert den Sauerstoffverbrauch des Tauchers und bedingt eine Komprimierung der



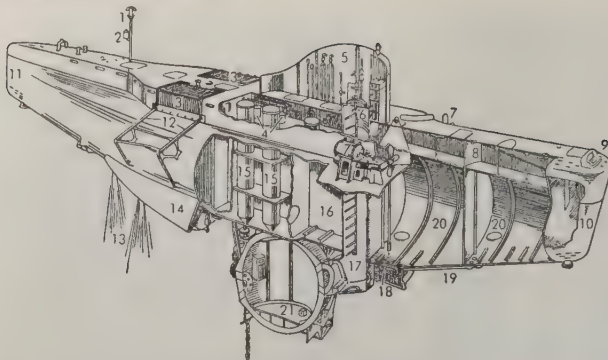
Helmtaucher

Taucher

Panzertauchgerät (bis 200m Tiefe)

Atemluft; die Löslichkeit des Stickstoffs im Blut nimmt zu. Das führt in großen Tiefen zu Stickstoffvergiftungen mit Bewußtseinsstörungen und bei zu schnellem Aufsteigen zum Ausscheiden von Stickstoff als Gasperlen in den Blutgefäßen und ruft die „Taucherkrankheit“ hervor.

Freie Taucher (Nackttaucher) ohne Gerät, jedoch meist mit Tauchbrille und Nasenklammer ausgerüstet, können bis zu 20 m und 2 min Tauchdauer erreichen. Mit *schlauchlosem Klein-T.*, das den notwendigen Sauerstoff aus einer Stahlflasche in den Atembeutel einbläst und eine Kalipatrone zur Bindung des Kohlendioxids enthält (geschlossener

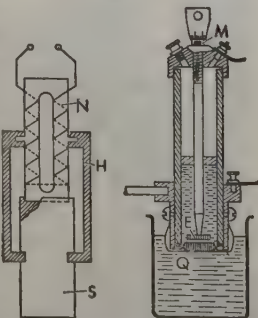


Tauchgeräte: Bathyskaph im Teilschnitt; 1 Log, 2 Kompaß, 3 Außenbatterien, 4 Kammern für Manövrierbenzin, 5 Turm, 6 Schachtdeckel, 7 Elektromotoren, 8 Luftkammer, 9 Klüse, 10 Heck, 11 Bug, 12 Gleitschienen der Außenbatterien, 13 Scheinwerfer, 14 Schlingerkiel, 15 mit Eisenschrot gefüllte Ballastbehälter, 16 Ausgleichskammer, 17 Einsteigeschacht, 18 Sicherheitsballast, 19 Ausgleichsröhren, 20 Benzinkammern, 21 Kabine.

Kreislauf), können Tauchzeiten von 40 min erreicht werden. Es darf aber nur höchstens 12 m getaucht werden, sonst kann Sauerstoffvergiftung eintreten. Die T. mit „offenem Kreislauf“ verwenden Luft ohne Alkali. Damit können Sporttaucher 40 m, geschulte Taucher bis 80 m tauchen. Größere Tiefen sind erreichbar, wenn der Luftstickstoff durch Wasserstoff oder besser durch Helium ersetzt wird. Bei den *Schlauchgeräten* wird die Luft durch Hand- oder Motorpumpen von oben zugeführt. Zur Verständigung dient eine Signalleine oder ein Fernsprecher, zur Beschreibung Brust-, Rücken- und Fußplatten aus Blei. Dieses Gerät erlaubt 50 m Tiefe und 3 Stunden Tauchzeit. Ein Tauchgerät für mehrere Personen ist die *Taucherglocke*, ein unten offener Kasten, der ins Wasser hinabgelassen wird.

Zum Tauchen in größere Tiefen (bis 200 m) dient der *Tauchpanzer*, der den Wasserdruk aufnimmt, so daß im Innern normaler Druck herrscht. Er hängt an einem Kabel. Von innen bedienbare Greifzangen gestatten einfache Arbeiten. Für Tiefen bis zu 1000 m wurde die *Bathysphäre* von W. BEEBE und O. BARTON gebaut, eine an einem Kabel hängende druckfeste Stahlkugel von 1,37 m Innendurchmesser. Für Tiefen bis etwa 4000 m entwickelte A. PICCARD die freischwimmenden → *Bathyskaphen*, deren Kabinen einen Innendurchmesser von 2,00 m haben. → *Tauchen* der Untersee. Für andere Forschungsarbeiten dienen auch unbemannte, an Kabeln hängende Geräte mit Photo- und Fernscharapparat.

Tauchmotor, Unterwassermotor, Elektromotor für Betrieb im Wasser. Beim trockenen T. befinden sich Stator und Läufert in luftgefüllter Taucherglocke, beim halbnassen T. läuft der Kurzschluß-



Tauchschwinger: links Aufbau eines magnetostruktiven Koppelschwingers nach Thiede; N Nickelstabschwinger, H Halterung, S Stempel. Rechts piezoelektrischer Ultraschallgeber in Tauchform; M Mikrometerschraube, E Elektrode, Q Quarzplatte. – Nach L. Bergmann, *Der Ultraschall*.

läufer im Wasser, der Stator ist abgedichtet, beim nassen T. liegen auch die Statorwicklungen im Wasser, aber abgedichtet. Antrieb von Kreislaspumpen, Betonrüttlern u. ä.

Tauchretter, einfaches → Sauerstoffgerät zum Verlassen eines gesunkenen U-Boots, arbeitet mit einem geringen Luftvorrat, der durch ein Mundstück eingeatmet wird. Die Nase wird mit einer Klammer geschlossen.

Tauchschwinger, Ultraschallschwinger auf magnetostruktiver oder piezoelektrischer Grundlage zum Entgasen von Flüssigkeiten oder Metallschmelzen (BILD).

Tauchsieder zum Erwärmen von Flüssigkeiten (außer Milch) enthalten in einem meist wendelförmigen Rohr isoliert

den Widerstandsheizkörper. Anschlußwert für Haushaltgeräte bis 1000 W, für Industriegeräte bis 6000 W.

Taumscheibe, eine Scheibe, die infolge Schrägstellung zur Drehachse sich nicht nur dreht, sondern auch eine periodisch auf und ab gehende Bewegung ausführt; hauptsächlich als Steuerungsmittel verwendet.

Taupunkt, die Temperatur, bei der die Sättigung der Luft mit Wasserdampf gerade erreicht ist (*Sättigungstemperatur*) und eine relative Feuchtigkeit von 100 % herrscht. Wird eine Luftmasse unter den T. abgekühlt, so tritt → Kondensation ein.

Taurocholsäure, eine aus *Taurin* (Aminoäthylsulfonsäure) und Cholsäure zusammengesetzte Gallensäure.

Tautomerie, eine besondere Art von Isomerie, bei der derselbe Stoff gleichzeitig in zwei Formen mit verschiedener struktureller Anordnung der Atome und verschiedenen chem. und physikal. Eigenschaften auftritt. Beispiel: Keto- und Enolform des Azetessigesters; Ketoform: $\text{CH}_3\text{CO}-\text{CH}_3$, COOC_2H_5 , Enolform: $\text{CH}_2\text{C}(\text{OH})=\text{CHCOOC}_2\text{H}_5$.

Taxameter, Fahrpreisanzeiger für Pferde- und Kraftdroschken (*Taxi*); der aus der Zahl der Umdrehungen eines Rades mit bekanntem Umfang ermittelte Weg wird zur Fahrpreisberechnung, einstellbar nach Personenzahl und Tageszeit, benutzt.

Taylor-Wulst, Wulstbug, wulstförmige Verdickung des Stevenfußes bei großen, schnellen Schiffen zur Verringerung des Widerstandes.

Tb, chem. Zeichen für → Terbium.

Tc, chem. Zeichen für → Technetium.

Te, chem. Zeichen für → Tellur.

Technetium, Tc, früher *Eka-Mangan*, *Masurium*, chem. Element, Übergangsmetall aus der 7. Gruppe des Period. Systems, Ordnungszahl 43, Massenzahlen 99, 97, 95, 96, 98, 94, 101, 105; sämtliche bekannten Isotope sind radioaktiv; Schmelzpunkt etwa 2300°C, Dichte 11,49 g/cm³. T. ist ein Spaltprodukt von Uran, das in der Natur noch nicht sicher nachgewiesen ist. Es wurde 1937 durch PERIER und SEGRÉ beim Beschuss von Molybdän mit Neutronen aufgefunden.

Technik, alle Maßnahmen, Verfahren und Einrichtungen zur Beherrschung und zweckmäßigen Nutzung der Naturgesetze und der von der Natur gebotenen Energien und Rohstoffe. Bis zum Ausgang des 18. Jahrh. geschah dies fast nur auf empirischer Grundlage, seitdem jedoch bewußt unter Ausnutzung der von den exakten Naturwissenschaften erarbeiteten Erkenntnisse.

Die inneren Beziehungen zwischen Mensch und Natur (Materie, Energie) kann man teils als Zweck selbst, teils als Mittel zu höheren Zwecken betrachten und danach die T. aufgliedern. Die herkömmliche Einteilung richtet sich nach praktisch und industriell zusammengehörigen Sachgebieten wie Bergbau, Hütten-T., Metallbearbeitung, Werkzeug-T., Maschinenbau, Förder-T., Elektro-T., Meß-T., Nachrichten-T., Verkehrs-T., Bau-T., Licht- und Heizungs-T., Wasserbau, landwirtschaftl. T., chem. Industrie, Textilindustrie, Verarbeitungsindustrien, Lebensmittel-, Glas-, keram. Industrie, graph. Gewerbe, Bühnen- und Film-T. u. a.

Die *Energiegewinnung* im weitesten Sinn umfaßt die Rohstoffe aller Art, aber auch Wind, Wasser, Atomenergie. *Energieumsätze*, meist mechan. oder chem. Energie in elektr. oder Wärmeenergie, oder umgekehrt, gehen in allen Maschinen, Motoren, Generatoren vor sich, jedoch im weitesten Sinn auch in der gesamten Bearbeitungs-T. sowie in vielen Verarbeitungs- und Fertigungsindustrien, der Lebensmittelindustrie, der chem. Technologie u. v. a.

GESCHICHTE. Werkzeuge und Waffen, später auch Gefäße und Schmuck, sind die ersten Zeugnisse vorgeschichtlicher T. Die Rohstoffe waren Holz, Knochen, Horn, Muschelschalen, später Stein, Bronze, Eisen. Sehr früh wurde die Fellbearbeitung geübt; wo Felle nicht erreichbar waren, entwickelte sich die Herstellung von Rindenstoffen (Südde, Zentralafrika, Indonesien). Die Nutzbarmachung der Metalle begann meist mit der Bronze- und Eisen-T.; Sonderformen, bes. Kupfer- und Goldbearbeitung, waren bei altamerikan. Hochkulturvölkern üblich.

Geschichtsurkunden berichten von techn. Großunternehmen im Euphrat-, Tigris- und Nilal: Straßenbau durch Tausende von Sklaven, Lastenförderung mit Rolle und Hebel zum Bau riesiger Tempel und Grabmäler (Pyramiden), Be- und Entwässerungsanlagen großen Ausmaßes (Kanäle, Flußregulierung). Zeugen ähnl. techn. Leistungen sind die Chinesische Mauer und die Tempel in Indien und Mexiko. Seit etwa 600 v. Chr. entwickelten die Griechen eine T., die sich aber nur in sehr beschränktem Maß der Maschine bediente, da für die techn. Arbeit genügend Sklaven zur Verfügung standen. Um 250 fand ARCHIMEDES das Gesetz des Hebels, des Flaschenzugs, baute Kriegsmaschinen

und verwendete das Schneckenrad als Wasserhebewerk.

Von den Römern sind Reste bedeutender technischer Leistungen an vielen Stellen ihres einstigen Reichsgebiets, so auch in Süd- und Westdeutschland, erhalten: feste Straßen, Wasserleitungen, Wehrbauten, Kriegsgeschütz, Theater, Bäder. Auf dem dichten Netz ihrer Heerstraßen spielte sich ein geregelter Lasten- und Postverkehr ab. Man kannte Ölpressen, Weinkeltern, Metallspiegel, Gläser, Lampen, Warmluftheizungen. Technische Staatsbetriebe beschäftigten viele Sklaven.

Die nächste Wende brachte die Ergänzung der T. durch die tierische Muskelkraft sowie durch Wasser und Wind. Das Kummetschirr für Pferde wird seit dem 10. Jahrh., die Windmühle seit dem 12. Jahrh. in Europa angewandt. Die Römer betrieben als erste Mühlen durch Wasserkraft. Bis zur Einführung der Dampfkraft war „Mühle“ mit Fabrik gleichbedeutend. Als man um 1200 lernte, die Blasebälge durch Wasserkraft anzutreiben, erreichten die Schmelzöfen höhere Temperaturen und erzielten besseres Schmiedeeisen. Pochwerke zum Zerkleinern der Erze und Hammerwerke folgten.

Bedeutende mittelalterl. Erfindungen sind das Schießpulvergeschütz (um 1320), das Gußeisen, der Hochofen, der Druck mit bewegl. Lettern durch JOHANNES GUTENBERG (um 1445). Die Bautechnik stand wie im Altertum in hoher Blüte. Die Dome des Mittelalters sind nicht nur große Kunstwerke, sondern auch technische Meisterleistungen.

Den Beginn des „techn. Zeitalters“ datiert man gewöhnlich mit der Erfindung der Dampfmaschine: Energie wird nun zu jeder Zeit und an jedem Ort frei verfügbar. Die Grundlage dieses Zeitabschnitts ist jedoch die Entstehung der math. Naturwissenschaften, die GALILEI und KEPLER mit ihrer Forscher- und Entdeckertätigkeit stark anregten. Auf die Gegenwart kann der Begriff des techn. Zeitalters nur mit bedeutender Sinnerweiterung angewandt werden. Die T. erstarkt immer mehr den Bereich der in höherem Sinne menschlichen Tätigkeiten. Gegenüber den Aufgabenbereichen: *Energiegewinnung, -verbrauch, -umsatz* treten in steigendem Maße *Steuerungs- (Feinsteuers-), Regelungs- und Informations-T.* in den Vordergrund. Die Problematik der gegenwärtigen Situation der T. erscheint durch das Fehlen eines allseitig verbindlichen Menschenbildes oft überbetont.

DIE WICHTIGSTEN ERFINDUNGEN UND ENTDECKUNGEN IN NATURWISSENSCHAFT UND TECHNIK
(Kursive Zahlen bedeuten angenäherte oder geschätzte Zeitangaben)

v. CHR.					
4000	Hölzernes Scheibenrad	Sumer	500	Schachtofen zur Metallverhüttung	Latènekultur
4000	Hölzerner Pflug		450	Opt. Buchstabentelegraph	KLEOXENES u. DEMOKLITOS
3000	Bronze	Mesopotamien	400	Torsionsgeschütze	Syrakus
3000	Papyrus als Beschreibstoff	Ägypten	4.-3. Jh.	Eisenguß	China
2600	Cheopspyramide	Ägypten	305	Römische Wasserleitung	CAESAR
2000	Rad mit Speichen	Kl.-Asien	300	Elemente d. Mathematik	EUKLID
2000	Beässerungskanäle	Babylonien	3. Jh.	Wassergorgel, Druckpumpe, Feuerspritze	KTESIBIOS
1700	Pythagoreischer Lehrsatz	Babylonien	260	Leuchtturm auf Pharos	SOSTRATOS
1600	Blasebalg	Ägypten	250	Flaschenzug, Hebel-, Schwerpunkt-, Auftriebs-Gesetz	ARCHIMEDES
1550	Ganze Zahlen und Stammbrüche, arithmet. u. geometr. Reihe, angewandte Gleichungen 1. Grades	PAPYRUS RHIND	220	Eklptik 23° 51' 5"; Gradmessung	ERATOSTHENES
1400	Schweißseinerzeugung, Oberflächenverstählung	Armenien, Südkaukasus	200	Kegelschnitte	APOLLONIOS
1400	Schriftrollen aus Pergament, Schnellwaage	Ägypten	1. Jh.	Glasblasen	Syrien
1250	Kanal Nil-Rotes Meer	RAMSES II.	89	Fußbodenheizung	Rom
1200	Bronzeglocken	CHINA	46	Julian. Kalender	CÄSAR
690	Aquädukt in Jerwan	SAHHERIB	24	Wassermörtel	VITRUVIUS
600	Röm. Steinbrücke	T. PRISCUS	N. CHR.		
600	Magnetismus	THALES	50	Brechung d. Lichtstrahlen	KLEOMEDES
513	Schiffsbrücke Bosporus	MANDROKLOS	62	Pneumat. Apparate	HERON
500	Schweißstahl aus manganhalt. Eisenerzen	Kelten in Kärnten	100	Eigenschaften des Kugeldreiecks	MENELAOS

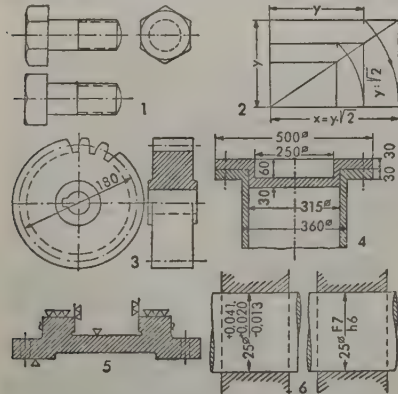
105 Papier in China	Ts'AI LUN	1711 Dreifarbendruck	LE BLOND
150 Geozentr. Weltsystem	PTOLEMÄUS	1718 Quecksilberthermometer	FAHRENHEIT
3. Jh. Eiserne Hängebrücken	China	1725 Stereotypie	GED
5. Jh. Kummetsgeschirr	China	1728 Aberration des Lichtes	BRADLEY
7. Jh. Porzellan	China	1730 Achromat. Linsen	HALL
7. Jh. Windmühlen	Persien	1733 Schnellschütze für Web- stühle	KAY
8. Jh. Hinteres drehbares Steuer- ruder	China	1735 Seeuhr	HARRISON
10. Jh. Pferdegeschirr m. Kummel in Europa		1735 Eisenerzeugung mit Koks	A. DARBY D. J.
1041 Druck mit bewegl. Lettern	China	1738 Spinnmaschinen m. Streck- walzen	WYATT
1115 Planmäßige Seezeichen an Nord- u. Ostseeküste		1739 Quecksilberthermometer	RÉAUMUR
12. Jh. Drehbares hinteres Steuer- ruder in Europa		1742 100°-Einteilung d. Thermo- meters	CELSIUS
12. Jh. Windmühlen in Europa		1742 Gußstahl	HUNTSMAN
12. Jh. Trittwegstuhl		1745 Elektr. Kondensator	MUSSCHEN- BROCK
12. Jh. Darstellung der starken Säuren		1747 Zuckergehalt der Rübe	MARGGRAF
1200 Magnethnadel als Seeweiser	Europa	1748 Aachener Stahlfedern	JANSEN
nach 1250 Kompaß mit Windrose		1751 Hinterladegewehr	CHAUMETTE
13. Jh. Brille		1752 Blitzableiter	FRANKLIN
13. Jh. Handspinnrad in Europa		1754 Eisenwalzwerk	CORT
13. Jh. Schubkarren		1757 Achromat. Linsen	DOLLOND
1300 Räderuhr		1759 Zentral- u. Parallelprojek- tion	LAMBERT
1320 Pulvergeschütz in Europa		1765 Dampfmaschine	WATT
13. Jh. Eisenguß in Europa		1766 Wasserstoff	CAVENDISH
1364 Hemmung und Unruh	v. WICK	1767 Jenny-Spinnmaschine	HARGREAVES
1370 Steinbüchse		1769 Straßendampfwagen	CUGNOT
1403 Druck mit bewegl. Metall- lettern (chines. Schrift)	TÄCHCHONG	1771 Sauerstoff	SCHEELE
1445 in Dtl. (unabhängig von TÄCHCHONG)		1772 Stickstoff	RUTHERFORD
1483 Kupferradierung	GUTENBERG	1775 Gußeisernes Gleis in Dtl.	FRIEDRICHS
1495/96 Trockendock	WENCESLAUS	1775-89 Elementbegriff, Ver- brennungstheorie	LAVOISIER
1500 Sprenggeschosse	Portsmouth	1778 Taucherglocke bei Unter- wasserbauten	SMEATON
1500 Fallschirm	LEONARDO	1779 Mule-Spinnmaschine	CROMPTON
1500 Graphitstifte	England	1783 Heißluftballon	MONTGOLFIER
1506 Auflös. kub. Gleichungen	DEL FERRO	1783 Wasserstoffballon	CHARLES
1510 Taschenuhr	HENLEIN	1784 Puddelprozeß	CORT
1543 Heliozentr. Weltsystem	KOPERNIKUS	1785 Mechan. Webstuhl	CARTWRIGHT
1560 Gezogene Gewehrläufe		1786 Berührungselektrizität	GALVANI
1569 Schraubendrehbank	BESSON	1791 Künstliche Soda	LEBLANC
1582 Kalenderreform	GREGOR XIII.	1792 Steinkohlenleuchtgas	MURDOCK
1585 Dezimalbrüche	STEVIN	1793 Baumwoll-Entkernmaschine	WHITNEY
1586 Kräfteparallelogramm	STEVIN	1795 Hydraul. Presse	BRAMAH
1590 Mikroskop	JANSSEN	1796 Roman-Zement	PARKER
1600 Feuersteinschloß		1796 Steindruck	SENEFELDER
1600 Lehre vom Magnetismus vor 1608 Fernrohr	GILBERT	1798 Darstellende Geometrie	MONGE
1609 Fall- und Pendelgesetze	LIPPERSHEY	1798 Hochdruckdampfmaschine	TREVITHICK
1609-19 Planeten-Gesetze	GALILEI	1799 Papiermaschine	ROBERT
1611 Astronom. Fernrohr	KEPLER	1800 Drehbank	MAUDSLAY
1611 Thermoskop	KEPLER	1800 Voltasche Säule	VOLTA
1614 Logarithmentafel	SANTORIO	1804 Dampfhammer	EVANS
1617 Triangulation	NAPIER	1805 Musterwebstuhl	JACQUARD
1623 Rechenmaschine	SNELLIUS	1805 Rundsiebmaschine	BRAMAH
1626 Brechungsgesetz	SCHICKARD	1807 Dampfer v. New York n. Albany	FULTON
1637 Analyt. Geometrie	SNELLIUS	1807 Alkalimetalle	DAVY
1642 Addiermaschine	FERMAT,	1808 Polarisation des Lichts	MALUS
1643 Quecksilberbarometer	DESCARTES	1812 Zylinder-Schnelldruck- presse	KOENIG
1657 Pendeluhr	PASCAL	1814 Fraunhofersche Linien	FRAUNHOFER
1660 Zauberalaterne	TORRICELLI	1815 Sicherheitslampe	DAVY
1662 Nürnberger Bleistifte	HUYGENS	1817 Lenkbare Laufdr	DRAIS
1662 Gasgesetz: p · v = konst.	WALGENSTEEN	1817 Erste Ozean-Dampferfahrt	
1663 Reibungselektrisiermaschi- ne, transp. Luftpumpe	STÄDLER	1820 Elektromagnetismus	OERSTED
1665 ff. Infinitesimalrechnung	BOYLE	1821 Thermoelektrizität	SEEBEK
1666 Klass. Mechanik	v. GUERICKE	1822 Photographie	NIEPCE
1669 Spiegelteleskop	NEWTON,	1824 Kreisprozeß	CARNOT
1674 Multipliziermaschine	LEIBNIZ (1672)	1824 Kunstleder	HANCOCK
1675 Lichtgeschwindigkeit	NEWTON	1825 Benzol im Ölgas	FARADAY
1681 Dampfkochtopf	LEIBNIZ	1825 Elektromagnet	STURGEON
1690 Atmosphär. Dampfmaschine	RÖMER	1826 Anilin aus Indigo	UNVERDORPEN
1693 Porzellan i. Europa	PAPIN	1826 Schiffsschraube	RESSEL
vor 1700 Begründung d. Wahr- scheinlichkeitsrechnung	PAPIN	1826 Ohmsches Gesetz	OHM
	v. TSCHIRNHAUS	1827 Aluminium	WÖHLER
	J. BERNOULLI	1827 Reibzündholz	WALKER
		1828 Ringspinnmaschine	THORP

1828 Harnstoffsynthese	WÖHLER	1864 Siemens-Martin-Stahl	F. SIEMENS,
1829 Nichtteuklid, Geometrie	LOBATSCHESKY		MARTIN
1829 Dampflokomotive	STEPHENSON	1864 Schlafwagen	PULLMAN
1830 Nähmaschine	MADERSPERGER	1864-69 Schreibmaschine	MITTERHOFER
1830 Eisenbahn Liverpool-Manchester	STEPHENSON	1865 Elektromagnet. Lichttheorie	MAXWELL
1831 Elementaranalyse	LIEBIG	1866 Dynamomaschine	v. SIEMENS
1831 Elektromagnet. Induktion	FARADAY	1866 Torpedo	WHITEHEAD
1831 Chloroform	SOUBEIRAN, LIEBIG, GUTHRIE	1867 Verbrennungsmotor	OTTO, LANGEN
		1867 Massenwirkungs-Gesetz	GULDBERG, WAAGE
1832 Stromerzeuger	PIXII	1867 Dynamit	NOBEL
1833 Ringspinnmaschine	JENKS	1867 Eisenbeton	MONIER
1833 Elektrolyse	FARADAY	1869 Lichtdruckverfahren	ALBERT
1833 Nadeltelegraph	SCHILLING v. CANNSTATT, GAUSS, WEBER	1869 Period. System der Elemente	MENDELEJEV, MEYER
	RUNGE	1869 Ablenkung der Kathodenstrahlen im Magnetfeld	HITTORF
1833 Phenol, Anilin aus Steinkohlenteer	ALBERT	1869 Ringanker	GRAMME
1834 Drahtseil		1871 Sandstrahlgebläse	TILGHMAN
1835 Eisenbahn Nürnberg-Fürth	BERZELIUS	1871 Bromsilberplatte	MADDOX
1835 Katalyse	COLT	1872 Speisewagen	PULLMAN
1835 Revolver	DREYSE	1872 Luftdruckbremse	WESTINGHOUSE
1836 Zündnadelgewehr	MORSE	1874 Lagerung der Atome im Raum	VAN'T HOFF, LE BEL
1837 Telegraph	DAGUERRE, NIEPCE	1876 Verbessertes Telefon	BELL, GRAY
1839 Daguerrotypie	GOODYEAR	1876 Ammoniak-Kältemaschine	v. LINDE
		1877 Sprechmaschine	EDISON
1839 Vulkanisation d. Kautschuks	NASMYTH v. JACOBI	1878 Mehrlade-Gewehr	MANNLICHER
1839 Dampfhammer	BODMER	1878 Kohle-Mikrophon	HUGHES
1839 Galvanoplastik	MORSE	1879 Elektrische Lokomotive	v. SIEMENS
1839 Karusselldrehbank	TALBOT	1879 Kohlefaden-Glühlampe mit Schraubsockel	EDISON
1840 Morsealphabet	MAYER	1879 Entphosphorung des Eisens	THOMAS, GILCHRIST
1841 Photogr. Kopieren	DOPLER		FAHLBERG, REMSEN
1842 Mechan. Wärmeäquivalent	KELLER	1879 Saccharin	
1842 Dopplers Prinzip	THOMSON	1880 Lochkartenmaschine	HOLLERITH
1844 Papier aus Holzschliff	HOWE	1881 Elektr. Straßenbahn	v. SIEMENS
1845 Luftbereifung		1881 Autotypie	MEISENBACH
1845 Doppelstichtisch-Nähmaschine	FARADAY	1883 Maschinengewehr	MAXIM
1845 Drehung der Polarisations-ebene des Lichtes durch ein Magnetfeld	SCHÖNBEIN	1884 Dampfturbine	PARSONS
1846 Schießbaumwolle	SOBERERO	1884 Setzmaschine „Linotype“	MERGENTHALER
1847 Nitroglycerin	NIEPCE DE ST. VICTOR	1884 Schnellaufender Benzinmotor	DAIMLER, MAYBACH
1847 Photogr. Negative auf Glasplatten	FRANCIS	1884-88 Film als photograph. Schichtträger	GOODWIN, EASTMAN
1849 Radialturbine	FIZEAU	1885 Magnet. Drehfeld	FERRARIS
1849 Messung der Lichtgeschwindigkeit	BAUER	1885 Kraftwagen	BENZ, DAIMLER
1850 Tauchboot	MAYER	1885 Seriengesetze der Spektrallinien im Wasserstoff	BALMER
1851 Stahlformguß	KRUPP	1885 Metallschlauch	WITZENMANN
1853 Nahtl. Gußstahl-Eisenbahnräder	FISCHER	1885 Gasglühlicht	AUER
1853 Fahrrad mit Tretkurbel	GOEBEL		v. WELSCHACH
1854 Elektr. Glühlampe	FOWLER	1885 Kunstseide	CHARDONNET
1855 Dampfpflug	HUGHES	1886 Kanalstrahlen	GOLDSTEIN
1855 Typendrucktelegraph	BESSEMER	1886 Röhren-Schrägwalzverfahren	MANNESSMANN
1856 Windfrischprozeß	v. SIEMENS	1886 Rauchschwaches Schießpulver	VIEILLE
1856 Doppel-T-Anker	PERKIN	1887 Elektrolytische Dissoziationstheorie	ARRHENIUS
1856 Teerfarbstoffe	KRÖNIG, CLAUDIUS	1887 Elektr. Schmelzöfen	HÉROULT
1857 Kinetische Gastheorie	PLÜCKER	1887 Mehrphas. Wechselstrom-Induktionsmotor	TESLA
	FEDDERSEN	1887 Plattenspieler	BERLINER
1858 Kathodenstrahlen	KIRCHHOFF, BUNSEN	1888 Spannbeton	DOEHRING
1858 Entladungsschwingungen bei Kondensatoren	PLANTÉ	1888 Elektromagnet. Wellen	HERTZ
1859 Spektralanalyse	LENOIR	1888 Lichtelektr. Effekt	HALLWACHS
	v. DÜCKER	1889 Dampfturbine	DE LAVAL
1859 Bleiakкумуляtor	REIS	1889 Drehstrommotor	v. DOLIVO-DOBROWOLSKI
1860 Gasmachine	RIGGENBACH	1890 Dreifarbendruck	ULRICH, VOGEL
1861 Drahtseilbahn	EDISON	1890 Luftreifen	DUNLOP
1861 Telefon		1890 Fritterröhre	BRANLY
1862 Zahnradbahn		1890 Trauben Zucker-Synthese	EMIL FISCHER
1863 Emissions- und Gleichrichtereffekt der Diode	SOLVAY	1890 Gleitflüge	LILIENTHAL
1863 Ammoniak-Soda-Verfahren	BULLOCK	1891 Stromfernübertragung	v. DOLIVO-DOBROWOLSKI
1863 Rotationsmaschine für Buchdruck			

1891 Stehende Wellen auf Leitungen	LECHER	1913 Kohlehydrierung	BERGIUS
1891 Heb-Drehwähler für Selbstanschlußämter	B. STROWGER	1915 Allg. Relativitätstheorie	EINSTEIN
1892 Heißdampf-Maschine	W. SCHMIDT	1915 Metallflugzeug	JUNKERS
1893 Photozelle	ELSTER, GEITEL	1916 Gerichtete Kurzwellen	MARCONI
1894 Thermit	GOLDSCHMIDT	1918 Leichtflugzeug	KLEMM
1895 Röntgenstrahlen	RÖNTGEN	1918 Funkverbindung um den Erdball von Nauen aus	
1895 Elektronentheorie	LORENTZ	1919 Kernreaktionen	RUTHERFORD
1895 Antenne	POPOW	1919 Isotope Elemente	ASTON
1895 Verflüssigung der Luft	V. LINDE	1919 Flug Neufundland-Irland	ALCOCK
1895 Kinematograph	LUMIÈRE	1919 Tonfilm	VOGT, ENGL, MASSOLLE
1896 Radioaktive Strahlen	BEQUEREL	1920 Protonen	RUTHERFORD
1896 Filmvorführung	MESSTER, PATHÉ	1920 Drahtlose Telephonie auf 2000 km	
1897 Techn. Herstellung von künstlichem Indigo	Bad. Anilin- u. Sodafabrik	1922 Drehflächenflugzeug	LA CIERVA
1897 Dieselmotor	DIESEL	1923 Comptoneffekt	COMPTON
1897 Drahtlose Telegraphie	MARCONI	1923 Flüssigkeitsraketen-Motor	GODDARD
1897 Galalith	KRISCHE, SPITTELER	1923 Rundfunk in Deutschland	
1897 Zymase	BUCHNER	1924 Projektions-Planetarium	ZEISS
1897 Braunsche Röhre	BRUNN	1924 Leica	BARNACK
1898 Radium, Polonium	CURIE	1924 Zeppelinflug nach Amerika	
1898 Kalkstickstoff	FRANCK, CARO	1924 Wellenmechanik	DE BROGLIE, SCHRÖDINGER
1899 Flaschenblasmaschine	OWENS	1925 Quantenmechanik	HEISENBERG
1900 Quantentheorie	PLANCK	1925 Bildtelegraphie mit Karoluszelle	KAROLUS
1900 Lenkbares Luftschiff	ZEPPELIN	1925 Kohlenverflüssigung im Niederdruckverfahren	FISCHER, TROPSCH
1900 Verstärkerspulen	PUPIN	1925 Kurzwellen 3-8 m	ESAU
1900 Rohrücklauf der Geschütze	HEMSE	1926 Elektronenoptik	BUSCH
1901 Drahtlose Überbrückung des Atlantik	MARCONI	1926 Nordpolfahrt	BYRD
1901 Abstimmspule	SLABY, ARCO	1926 Zugfunk Hamburg-Berlin	
1901 Plattendrehkondensator	KÖPSEL	1927 Flug New York-Paris	LINDBERGH
1901 Autogenes Schneiden	MENNA	1927 Hochfrequenz-Mehrfachtelegraphie	Siemens u. Halske
1902 Bosch-Magnetzündung	HONOLD	1928 Ost-West-Nordatlantikflug	KÖHL, v. HÜNEFELD, FITZMAURICE
1903 Schnelltelegraph	SIEMENS	1928 Dynam. Lautsprecher, Bildübertragung	
1903 Motorflug	GEHR. WRIGHT	1928 Penicillin	FLEMING
1903 Schiffskeisel	SCHLICK	1928 Elektronen-Zählrohr	GEIGER, MÜLLER
1904 Autochromplatte	LUMIÈRE	1929 Fernsehen und Fernfilm	KAROLUS-Telefunken
1904 Bildtelegraphie	KORN	1929 Luftschiff „Graf Zeppelin“ fliegt um die Erde	ECKENER
1904 Kreiselkompaß	ANSCHÜTZ-KAEMPFER	1930 Holzverzuckerung	BERGIUS, SCHOLLER
1904 Elektronenröhre	FLEMMING	1930 Zyklotron	LAWRENCE
1904 Offsetdruck	RUBEL	1930 Strahltriebwerk	SCHMIDT
1905 Spez. Relativitätstheorie	EINSTEIN	1930 Öllose Schalter	AEG, SSW
1905 Überlagerungsempfang	FESSENDEN	1931 Empfänger mit Einknopfabstimmung	
1905 Turbo-Transformator	FÖTTINGER	1931 Synthese des Vitamin D	WINDAUS
1906 Automat. Eisenbahnkupplung	SCHARFENBERG	1932 Neutronen, Positronen	CHADWICK, JOLIOT-CURIE
1906 Metallspritzverfahren	SCHOOP	1932 Stratosphärenballon erreicht 17 km Höhe	PICCARD
1906 Bakelit	BAEKELAND	1932 Schwerer Wasserstoff (Deuterium)	UREY, BRICKWEDDE, MURPHY
1906-10 Verstärkerröhre	DE FOREST, V. LIEBEN	1932 Erste Fernsehsendungen	Witzleben
1907 Betongußverfahren	EDISON	1933 Hexoden, Superhet-Empfänger, Schwundregelung, Richtstrahler f. KW-Sender	BRÜCHE, JOHANNSEN, KNOLL, RUSKA
1907 Ultrafilter	BECHHOLD	1933 Elektronenmikroskop	JOLIOT, CURIE
1907 Zeitlupe	MUSGER	1934 Künstliche Radioaktivität	BORSIG, HENSCHEL
1907 Hochfrequenzmaschine	FESSENDEN, ALEXANDERSON	1934/35 Stromlinien-Lokomotive	Witzleben
1908 Duralumin	WILM	183 km/h	DOMAGK
1909 Überfliegen des Kanals	BLÉRIOT	1935 Ultrakurzwellensender	
1909 Schlingertank	FRÄHM	1935 Sulfonamide	
1909 42-cm-Geschütz	KRUPP	1936 Fernsehsprechdienst, Stationen	
1909 Synthet. Kautschuk	HOFMANN	1937 μ -Mesonen	ANDERSON
1911 Panzerkampfwagen	BURSTYN	1937 Hubschrauber	FOCKE
1911 Hochfrequenzverstärker	V. BRONK		
1912 Kosm. Ultrastrahlung	HESS		
1912 Interferenz von Röntgenstrahlen	LAUE, KNIPPING		
1912 Nebelkammer	WILSON		
1912 Echolot	BEHM		
1912 Schnelle Wasserturbine	KAPLAN		
1913 Ammoniak-Synthese	HABER, BOSCH		
1913 Atom-Modell	BOHR		
1913 Atom-Nummern	VAN DEN BRUEK, SODDY, FAJANS		
1913 Spitzenzähler	GEIGER		
1913 Röhrensender	MEISSNER		
1913 Wolframdraht-Glühlampe	LANGMUIR		
1913 Doppelgitterröhre	LANGMUIR		

1937 Flug Moskau–Kanada	TSCHKALOW	1950 Feldelektronenmikroskop	E. W. MÜLLER
1938 Künstliche Kernspaltung	HAHN, STRASSMANN	1950 Flugzeuge mit Strahlantrieb und Hubschrauber auf Verkehrsflächen	Großbritannien
1938 Hochfrequenz-Magnetophon	V. BRAUNMÜHL, WEBER	1951/52 Wasserstoffbombe	USA
1938 Perlonfaser	SCHLACK	1952 Blasenkompressor	GLASER
1938 Nylonfaser	CAROTHERS	1952 Wasserstoffbombe	
1939 Funkmeßgeräte		1953 Versuchs-Atommotor	
1941 Rechenautomat	ZUSE	1954 Molekularverstärker (Maser)	USA
1941 Raketenflugzeug	MESSERSCHMITT	1955 Antiprotonen	SEGRÉ, CHAMBERLAIN
1941 Flugzeug mit Strahlantrieb	WHITTLE	1956 Erstes Atomkraftwerk der Erde für den zivilen Energiebedarf	Großbritannien
1941–45 Ultrakurzwellen-, Dezimeterwellentechnik		1957 Erster Erdsatellit	UdSSR
1942 Fernrakete V 2	V. BRAUN	1957/58 Drehkolbenmotor	WANKEL
1942 Kernreaktor	FERMI	1958 Mössbauer-Effekt	MÖSSBAUER
1942–46 Elektronische Rechenmaschine	MAUCHLY, ECKERT	1958 Unterquerung des Nordpols durch Atom-U-Boot	USA
1945 Uran-Atombombe		1959 Erster künstl. Planet	UdSSR
1947 π -Mesonen	POWELL	1959 Erste Landung einer Rakete auf dem Mond	UdSSR
1947 Raketenflugzeug mit Überschallgeschwindigkeit	USA	1960 Lichtverstärker (Laser)	USA
1947 Radiokarbon-Methode	LIBBY	1961 Erste bemannte Weltumfahrt	GAGARIN
1948 Transistor	BARDEEN, SHOCKLEY u. a.	1962 Fernsatellit Telstar	USA
1948 Mesonen in Zyklotron erzeugt			
1949 Zweistufenrakete erreicht 400 km Höhe	USA		

technisches Maßsystem, → Maßsysteme.
technisches Zeichnen, die Anfertigung exakter Zeichnungen von techn. Objekten. Die *Zeichnung* soll auf radierfestem, durchsichtigem Papier mit Graphitstift oder Tusche so vollständig, anschaulich und übersichtlich sein, daß nach ihr gebaut



technisches Zeichnen

werden kann; der gewählte Maßstab ist anzugeben. Die Objekte werden in der Regel in Parallelprojektion, auf genauen Werkzeichnungen zusätzlich in drei zueinander senkrechten Schnitten dargestellt (BILD 1) unter Beachtung der DIN-Normen (vor allem für abgekürzte Darstellung durch Sinnbilder). Die in Deutschland gültigen *Zeichenformate* (DIN 823) lassen sich aus 9 Grundformaten mit dem Faktor $\sqrt{2}$ berechnen (BILD 2). In DIN 15 ist die Bedeutung von *Liniendicke* und *-art* festgelegt: Volllinien für sichtbare Kanten, Strichelinien für unsichtbare Kanten und Hilfslinien, Strichpunktlinien für Mittel- und Hilfslinien, Bruchlinien für unterbrochene Teile. *Schnittflächen* werden schraffiert (BILD 3–5). Die *Oberflächenbearbeitung* wird nach DIN 140 gekennzeichnet: Schlangenlinie für sauber gegossene, geschmiedete oder getrennte Flächen, 1 Dreieck für Schruppen, 2 Dreiecke für Schlich-

ten, 3 Dreiecke für Feinschliffen (BILD 5). Die *Maße* werden meist in mm angegeben, Toleranzangaben können gemacht werden nach DIN 7166 (BILD 6). In der am Reißbrett befestigten, aus zwei gelenkig miteinander verbundenen Parallelogrammen bestehenden *Zeichenmaschine* sind alle erforderl. Zeichengeräte vereinigt (Reißschiene, Zeichenwinkel und Maßstab),

A. BACHMANN-R. FORBERG: T. Z. (1960).

Technologie, Verfahrenskunde. Die *mechanische T.* behandelt die rein mechan. Verfahren zur Behandlung von Werk- und Baustoffen wie Mischen, Zerkleinern, Sieben, Trennen u. dgl. Die *chemische T.* behandelt nicht nur die techn. Verfahren zur Herbeiführung und Lenkung chem. Reaktionen, sondern beschäftigt sich auch mit den Rohstoffen, Zwischen-, Neben- und Abfallprodukten der verschiedenen Fabrikationsvorgänge, mit den dabei verwendeten Apparaturen und Maschinen sowie mit den Beziehungen zu Volkswirtschaft und Kultur.

Chem. T., hg. v. K. WINNACKER u. L. KÜCHLER, 5 Bde. (1958–62).

Teer, die gerollten, fermentierten und getrockneten Blattknospen und jungen Blätter des Teestrauchs (Familie Theaceen). Der Teestrauch wächst in den Tropen und Subtropen und wird gewöhnlich vom 5. bis 25. Jahr geerntet. Man nimmt die Knospe und die folgenden 2–3 Blätter im Abstand von 8–10 Tagen. Die Blätter läßt man 10–20 Stunden welken, dann werden sie gerollt, bei etwa 30°C fermentiert, wobei die Gerbstoffe des Blattes oxydiert werden und schließlich mit warmer Luft getrocknet und verpackt. Handelsteer enthält 2,5–4,5% Koffein, kleine Mengen Theophyllin, rd. 11% Gerbstoffe und etwa 0,6% äther. Öl (*Teelöl*), das in den frischen Blättern in Form von Glukosiden an Zucker gebunden ist und bei der Fermentation frei wird.

O. F. SCHLEINKÖFER: Der T. (1956).

Teer, bitumenähnlich, bräunlich bis schwarze Gemische flüssiger und fester organ. Verbindungen, die bei der trockenen Destillation organ. Stoffe wie Steinkohle, Braunkohle, → Torf, Holz (→ Holzteer) u. dgl. entstehen.

Braunkohlen-T. (*Schwel-T.*) gibt bei der Destillation 80% Destillate, die ähnl. wie Erdöl aufgearbeitet werden. Das Leichtöl wird zusammen mit dem aus dem Schwelgas abgeschiedenen Benzin durch Waschen mit Natronlauge und Schwefelsäure zu Motorbenzin raffiniert, die mittl. Fraktionen sind Diesellole, die hochsiedenden werden durch Kristal-

Teilchen – Tellur

lisation in Paraffin und Heizöl zerlegt. Die Hauptmenge des Schwel-T. wird durch katalyt. Hochdruckhydrierung in Benzin umgewandelt.

Steinkohlen-T. fällt als Nebenprodukt bei der Hochtemperaturverkokung von Steinkohle zwischen 1000 und 1200°C an; er enthält hauptsächlich iso- und heterozykl. Verbindungen. Bei der Tieftemperaturverkokung (Schwelung) zwischen 400 und 600°C wird Schwel-T. mit hohem Gehalt an flüssigen und festen Olefinen und Paraffinen gewonnen. Der zu mehr als 80% aus Kokereien kommende Steinkohlen-T. wird durch Destillation zerlegt in Leichtöl, Mittelöl, Schweröl, Anthrazenöl und Pech, diese Fraktionen wiederum in zahlreiche wichtige Verbindungen, → Kohlenchemie.

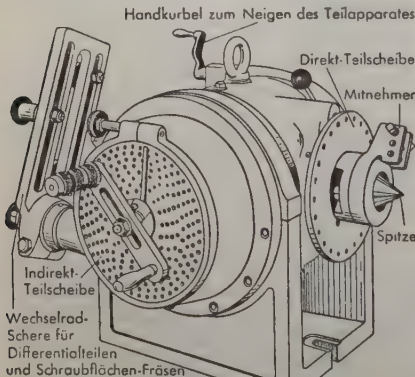
Über 90% der T.-Erzeugung werden als Straßen-T. und in Form der gereinigten Fraktionen verwertet, kaum 5% gehen in die chem. Industrie.

Teilchen, Koruskel, Partikel, grundlegender Begriff der Mikrophysik (Quantentheorie), der dem des → Feldes in bestimmter Weise gegenübersteht, → Dualismus, → Elementarteilchen.

Teilchenbeschleuniger sind → Bandgenerator, → Elektronenschleuder, → Linearbeschleuniger, → Tandem, → Synchrotron, → Zyklotron.

Teiler, eine ganze rationale Zahl, die in einer anderen ganzen Zahl ohne Rest aufgeht. Der **größte gemeinsame T.** zweier Zahlen (g. g. T.), d. h. die größte ganze Zahl, die T. von beiden ist, berechnet man durch den „euklidischen Algorithmus“. Ist der g. g. T. = 1 (kein gemeinsamer T.), so heißen die beiden Zahlen **teilerfremd** (*relativ prim*). Das **kleinste gemeinsame Vielfache** (k. g. V.) zweier Zahlen ist die kleinste ganze Zahl, die beide Zahlen als T. hat. Das k. g. V. ist gleich dem Produkt der beiden Zahlen, geteilt durch ihren g. g. T.

Teilkopf, bei Werkzeugmaschinen eine Vorrichtung zum genauen Einstellen von Kreisteilungen, im einfachsten Fall eine feste **Teilscheibe** mit je einem



Teilkopf: Universal-Teilapparat

Lochkreis für mehrere verhältnismäßige Teilungen. Bei T. mit einem Schneckenradgetriebe (BILD) wird die Schnecke mit Hilfe einer Handkurbel gedreht, wobei alle übl. Kreisteilungen eingestellt werden können. Die Kurbel besitzt einen Stift, der auf der mit vielen Löchern versehenen festen Teilscheibe einschnappt und so die jeweilige Einstellung sichert. Mit dem Schneckenrad fest verbunden ist eine Welle oder Aufspannplatte, die sich um den gewünschten Winkel bei jeder Einstellung mitdreht.

Beim **optischen T.** ist mit der Teilscheibe eine Glasteilscheibe fest verbunden, die vermittelt opt. Einrichtungen abgelesen wird.

Teilmachine, Teilapparat, Maschine zur Herstellung von Längenteilen, z. B. Beugungsgittern, und Kreisteilungen. Bei der **Längen- und Gitter-T.** werden Anreißwerkzeug oder Werkstück mit einem

Schlitten auf einer genauen Geradföhrung bewegt und die Teilabschnitte meist durch Schraubenspindel und ein Zahnrad hoher Präzision oder interferometrisch bestimmt (Interferometer und Interferenzkomparator). Bei **Kreis-T.** wird die Teilung über einen Schneckentrieb festgelegt, bei höchster Präzision durch Anordnung von zwei gegeneinander verspannten Schnecken.

Teilung, 1) die Division (→ Grundrechnungsarten). 2) **stetige T.**, → Goldener Schnitt. 3) → harmonische Teilung.

Teklubrenner, ein Gasbrenner zur Erzielung sehr hoher Temperaturen, ähnlich dem → Bunsenbrenner.

Tektonik, die Lehre von den Krustenbewegungen der Erdrinde, ihren Ursachen, vom Bau der Erdrinde und den Bauelementen.

Telegraphie, Nachrichtenübermittlung mit Hilfe besonderer **T.-Zeichen**, die am Empfangsort entweder aufgezeichnet (Zeichenschrift oder gewöhn-



Telegraphie: Farbschreiber

Buchstaben) oder unmittelbar wahrgenommen werden. Von den älteren **Telegraphenapparaten** wird heute nur noch der → Morse-Apparat in Form des **Farbschreibers** benutzt, bei dem ein mit Tinte benetztes Schreibrädchen auf den Papierstreifen gedrückt wird. Die modernste Form der Drucktelegraphen ist der → Fernschreiber. Für Funkverbindungen hat sich der **Bildschreiber** (**Hellschreiber**) bewährt, ein Mittelding zwischen Drucktelegraph und Bildtelegraph (→ Bildfunk). Jedem Buchstaben ist eine Taste zugeordnet, die mit Hilfe einer rotierenden Nockenscheibe kennzeichnende Stromimpulse aussendet. Diese setzen auf der Empfängerseite das Buchstabenbild auf einem Papierstreifen wieder zusammen.

Mit Mitteln der → Trägerstromtechnik können heute gleichzeitig mehrere Signale in einer oder beiden Richtungen übermittelt werden (**Wechselstrom-T.**). Die **Unterlagerungs-T.** ermöglicht gleichzeitiges Fernsprechen und Telegraphieren auf derselben Leitung.

H. GOETSCH: Taschenb. f. Fernmeldetechnik, 3 Bde. (11, 12, 1950–61).

Telemeter, → Entfernungsmesser.

Telemotor, hydraulisches Steuerungselement zur Fernsteuerung von Maschinen und Apparaten, z. B. der Rudermaschinen eines Schiffes von der Kommandobrücke aus.

Teleobjektiv, → Objektiv, → Photographie.

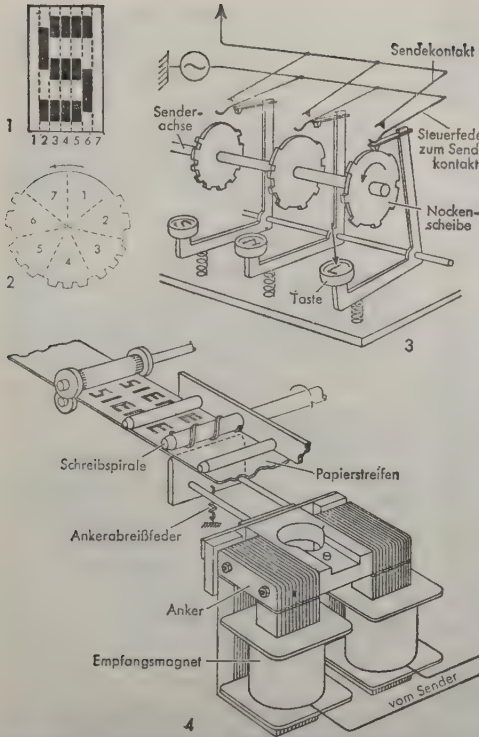
Teleeran- Navigationsverfahren (von **Television Radar Navigation**), mit einer Funkmeßanlage arbeitendes System, bei dem die auf dem Schirm einer Braunschen Röhre erhaltene Übersichtsanzeige von der Umgebung eines Flugplatzes durch → Fernsehen an alle Flugzeuge übertragen wird. Der Flugzeugführer kann dadurch die Navigationsmaßnahmen selber treffen.

Teleskop, → Fernrohr.

Telex-Netz, das besondere vollautomat. Fernschreibnetz mit Knoten- und Vermittlungsämtern.

Telleröfen, ein aus mehreren dicht übereinander liegenden Herden bestehender Schachtofen, → Industrieöfen.

Tellur, **Te**, chemisches Element, Nichtmetall, in mancher Hinsicht metallähnlich. Ordnungszahl 52, Massenzahlen 130, 128, 126, 125, 124, 122, 123, Atomgewicht 127,60; Schmelzpunkt 452°C, Siedepunkt 1390°C, Dichte 6,24 g/cm³. T. kommt in der Natur nur selten in gediegenem Zustand, meist in chem. Bindung an Metalle, vor allem an Gold, Silber, Blei, Wismut und Kupfer, vor (**Metall-Telluride**). Die Gewinnung erfolgt wie die des verwand-



Telegraphie: Bildschreiber. 1 Bild eines Buchstabens in 7-Linien-Schrift; 2 zugehörige Nockenscheibe; 3 grundsätzlicher Aufbau des Senders (Taste „L“ gedrückt); 4 grundsätzlicher Aufbau des Empfängers (nach Schiwöck, Fernschreibtechnik).

ten → Selen oder durch elektrolyt. Raffination wie bei Kupfer, Blei. Elementares T. hat silberweißen Metallglanz, ist spröde; es ist ein → Halbleiter. Blei, Kupfer, auch Gußeisen, werden in gewissen Eigenschaften (z. B. Härte) durch geringe Zusätze von T. verbessert. Legierungen mit hohem spezif. Widerstand für elektr. Strom enthalten zuweilen T.; ferner benutzt man T. (wie Selen) zum Blau- bis Braunfärben von Gläsern.

Die T.-Verbindungen entsprechen denen des Schwefels, doch sind die T.-Säuren sehr schwache Säuren. Einige Verbindungen werden als Katalysatoren, in medizin. Seifen und in photograph. Tonbädern verwendet. – T. und die meisten T.-Verbindungen sind starke Gifte.

Tellurium, Gerät, das die Bewegung des Mondes um die Erde sowie die der Erde um die Sonne darstellt.

Telomerisation, eine Abart der Polymerisation, etwa von Äthylen, bei der die Kettenenden der Moleküle durch vorausbestimmte Atome und Atomgruppen, meist mit Hilfe halogenhaltiger Verbindungen wie Chloroform oder Tetrachlorkohlenstoff, abgesättigt werden. Die T. erlaubt die Herstellung von Polymerisaten mit bestimmten Endgruppen und geregelten Polymerisationsgraden.

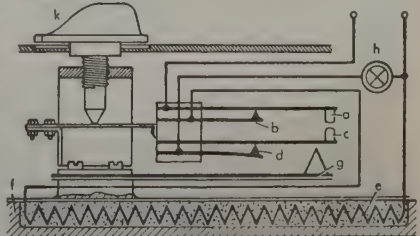
Temperatur, ein Maß für den Wärmezustand von Körpern. Je höher die T., desto größer die Bewegungsenergie der Moleküle (→ Wärme). Bei der tiefstmöglichen T., dem absoluten Nullpunkt (der T.-Skala), ist die Bewegungsenergie der Moleküle = 0. Die T.-Skala und damit die Maßeinheit der T. wird durch zwei oder mehrere Fundamentalepunkte der T. festgelegt (→ Celsiusskala, → Réaumurkala,

→ Fahrenheitskala, → Kelvinskala, → Rankineskala). Außer dem **Eispunkt** (0°C) und dem **Dampfpunkt** (100°C) sind in Deutschland noch der **Sauerstoffpunkt** (Gleichgewicht zwischen flüssigem und dampfförm. Sauerstoff) als –182,97°C, der **Schwefelpunkt** (flüssiger und dampfförm. Schwefel) als 444,60°C, der **Silberpunkt** (festes und flüssiges Silber) als 960,8°C und der **Goldpunkt** (festes und flüssiges Gold) als 1063°C gesetzlich festgelegt (die Zahlen gelten beim Druck einer physikal. atm.).

Im täglichen T.-Gang tritt auf der ganzen Erde ziemlich gleichmäßig der Höchststand gegen 14–15h ein, der Tiefststand wegen der → Ausstrahlung etwa um die Zeit des Sonnenaufgangs. Die period. Tagesschwankung beträgt auf dem offenen Ozean 1 bis 1½°C, im Innern der Festländer, bes. in den Wüsten, bis 20°C und mehr, die unperiod. Schwankung erreicht dort sogar 40°C. Die höchsten T. (bis 56°C) haben die subtrop. Trockenzonen der Kontinente, die tiefsten T. (bis –70°C) die Antarktis, Grönland, NO-Sibirien. Im Jahresmittel erscheinen die Höchstwerte (26–28°C) in der Äquatorialzone, wobei der therm. Äquator wegen der Landmassen der N-Halbkugel meist nördl. des geographischen liegt. Mit der Höhe nimmt die T. im allg. ab (4–6°C je 1000 m); in den Nachtstunden und im Winter tritt häufig eine T.-Umkehr (→ Inversion) auf. Die mittl. T. der ganzen Erde beträgt 15°C; sie ist seit 1880 um etwa 0,5°C angestiegen, die des Nordpolargebiets sogar um 1–3°C.

Temperaturmeß-Farben, Farbstoffe (Kupfer-, Kobalt-, Chrom-, Molybdän, Quecksilber-Salze), die bei Temperaturanstieg Farbänderungen zeigen. Durch Auftragen auf Rohrleitungen u. dgl. kann man mit ihnen Temperaturerhöhungen techn. Vorgänge an schlecht zugängl. Stellen verfolgen.

Temperaturregler, Vorrichtung zum Aufrechterhalten einer bestimmten Temperatur. Bei einem einfachen elektr. T. (z. B. im Bügeleisen) wird durch einen Streifen aus → Bimetal der Heizstrom an- und abgeschaltet. Elektr. und elektropneumat. T. für größere Beanspruchung arbeiten mit Widerstandsthermometern oder thermoelektr. Pyrometern als **Temperaturfühler**, pneumatische T. mit Dampfspannungsthermometern. Bei elektr. Heizung wirkt



Temperaturregler eines Bügeleisens; a–d Kontakte, f Heizewicklung, g Bimetallstreifen, h Kontrollampe, k Temperaturregler.

der T. elektrisch auf Schalter ein, bei Gas- oder Dampfheizung elektrisch oder pneumat. auf Regelventile. Die Vereinigung eines T. mit einem Wärmegerät heißt auch **Thermostat**.

Temperguß, eine Art Hartguß. Die Gußstücke werden mehrere Tage oberhalb 900°C geglüht. Dabei spaltet sich das harte Eisenkarbid des weiß erstarrten Roheisens in die weicheren Bestandteile Ferrit und Graphit auf. Glüht man nicht neutral

Temperkohle – Teppich

in Sand oder Schlackenstaub, sondern in Sauerstoff abgebenden Mitteln (z. B. Roteisenerz), so wird gleichzeitig der Kohlenstoffgehalt durch Oxydation verringert. Das *Tempern* erhöht die Zähigkeit und Bearbeitbarkeit. T. eignet sich z. B. für Beschlagteile, Schlüssel, Ketten, Fittings, Muttern, für Teile im Landmaschinen- und Automobilbau.
H. JUNGBLUTH: Gießereitechnik (1951).

Temperkohle, die beim Glühen von Temperguß durch Zerfall von Zementit (Fe_3C) sich ausscheidende graphit. Kohle.

tempern, 1) EISEN: → Temperguß. 2) GLAS: das allmähl. Steigern oder Herabsetzen der Temperaturen von Wannen, Häfen, fertiger Ware.

Tender, 1) das von Dampflokomotiven mitgeführte Fahrzeug für die Kohlen- und Wasservorräte.

2) ein Begleit- oder Versorgungsschiff für Kriegsschiffsverbände, besonders von kleineren Fahrzeugen wie U-Booten, Zerstörern, Schnellbooten usw.

Tennantit, Mineral, → Fahlerz.

Tenside, Seifen und seifenähnliche synthetische Substanzen als grenzflächenaktive Verbindungen. Größte technische Bedeutung haben die in schaumstarken Wasch-, Spül- und Reinigungsmitteln verwendeten *anionischen T.*, z. B. Alkylbenzolsulfonate, Fettalkoholsulfate u. a. Für schwachschäumende Produkte haben auch *nichtionische T.* an Bedeutung gewonnen. Die Moleküle der T. haben getrennte Bereiche von hydrophilem (wasseranziehendem) und hydrophobem (wasserabstoßendem) Charakter, wodurch sie sich bevorzugt an Grenzflächen anreichern. In ihren wäßrigen Lösungen lassen sich fettige und pigmentartige Stoffe, die Hauptbestandteile üblicher Verschmutzungen, zerteilen und emulgieren oder suspendieren.

Tension, Spannung, Druck, z. B. Lösungstension (→ Lösung).

Tensor, *Affinor*, Verallgemeinerung des Vektorbegriffs, viel verwendet bes. in der Elastizitätstheorie, in der Maxwell'schen Theorie des elektromagnet. Feldes und in der Relativitätstheorie. Während der → Vektor (oder T. erster Stufe) nächst dem → Skalar (oder T. nullter Stufe) als einfachstes Beispiel eines T. gelten kann, kommt man zur nächsthöheren Stufe von T., wenn man *lineare Vektorfunktionen* betrachtet. So heißen die Konstanten t_{ik} eines Vektors $\mathcal{U}$, dessen drei Komponenten

$$\mathcal{U}_x = t_{11} \mathcal{B}_x + t_{12} \mathcal{B}_y + t_{13} \mathcal{B}_z$$

$$\mathcal{U}_y = t_{21} \mathcal{B}_x + t_{22} \mathcal{B}_y + t_{23} \mathcal{B}_z$$

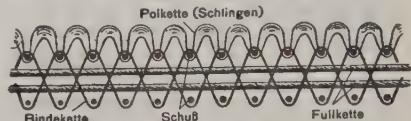
$$\mathcal{U}_z = t_{31} \mathcal{B}_x + t_{32} \mathcal{B}_y + t_{33} \mathcal{B}_z$$

lineare homogene Funktionen der Komponenten des Vektors $\mathcal{B}$ sind, die Komponenten des T. zweiter Stufe (oder der *Dyade*) $\mathcal{T}$. Für einen symmetr. T. gilt $t_{ik} = t_{ki}$, für einen antisymmetr. oder schiefsymmetr. T. $t_{ik} = -t_{ki}$. Die Komponenten eines T. zweiter Stufe haben zwei Indizes; entsprechend haben die Komponenten der T. 3., 4., 5. ... Stufe 3, 4, 5 ... Indizes.

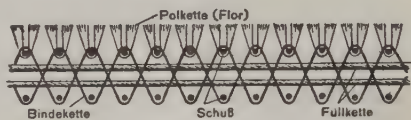
J. A. SCHOUTEN: Tensor analysis for physicists (Oxford 1954); A. DUSCHKE u. A. HOCHRAINER: Grundzüge der T.-Rechnung in analyt. Darstellung, 3 Tle. (1 1960, 2 1962, 3 1955).

Teppich, in verschiedenen Techniken hergestellter Fußbodenbelag oder Wandbehang. *Handgefertigte glatte T.* sind: der Kelim- oder Karamani-T. mit farbigen Figurschüssen, durch deren Verkreuzung mit wenigen Kettfadengruppen senkrechte Schlitze entstehen; der Sumak-T. (Wirk-T.) mit spitzartiger Anordnung der Figurschüsse (ähnlich den Maschenstäbchen einer Wirkware); der Allgäuer T. (Leisten-T.) mit schmalen Stoffstreifen (Reste von Web- und Wirkwaren) als Schuß sowie der Applikations-T., bei dem die Musterung aus aufgenähten oder aufgeklebten Stoff- oder Filzstücken besteht. *Mechanisch hergestellte glatte T.* sind: der Rips-T. mit 2 Figurketten und der Germania-T. mit 2farbiger Schußmusterung als Einlagengewebe, der Kidderminster-T. als zweifaches Hohlweb mit Warenwechsel und der Schottische T. (Treeply-T.) als Dreilagengewebe mit größerer Farbmusterung.

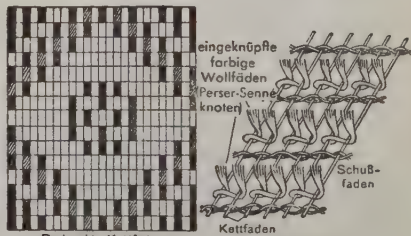
Flor-T. können geknüpft oder gewebt sein; *Knüpf-T.* wurden früher nur von Hand angefertigt. Bei den echten orientalischen T. werden kurze farbige Fadenstückchen aus Wolle, Ziegenhaar oder Seide derart um 2 Kettfäden geschlungen,



Bouclé-Teppich



Velour-Teppich



Teppich

daß die Noppen entweder jeden Faden einzeln umschlingen (Smyrna-, Ghiordes- oder Turkbaffknoten) oder den einen Kettfaden ganz und den anderen halb umschlingen (Perser-, Senneh- oder Farsebaffknoten). Zwischen jeder Knotenreihe werden 2 Grundschnüsse in Leinwandbindung eingetragen. Für den Wert der Knüpf-T. ist in erster Linie die Knotendichte bestimmend. So enthält z. B. ein Schiraz 20000–40000, ein kaukas. Karabagh 80000–150000, ein Täbris aus Persien 120000 bis 250000, ein turkmen. Buchara 250000–450000 und ein T. mit Seidenflor bis zu 1 Mio Knoten/m². — Die *mechanisch geknüpften T.* sind in Farbe und Musterung den echten T. täuschend ähnlich. Auch weist der dt. Perser-T. Flornoppen auf, die wie bei den echten T. mit den Kettfäden verknüpft sind.

Die *gewebten Flor-T.* werden als Ruten-, Chenille-, Greifer- und Stick-T. hergestellt. Ruten-T. entstehen durch Eintragen einer Stahlrute zwischen dem Grundgewebe und der Florkette. Bei Verwendung von Zugruten entsteht eine Poldecke mit geschlossenen Florschlingen (Bouclé-, Frise-, Kräusel-T.), bei Schneidruten ein offener Flor (Velours- oder Plüsch-T.). Jacquardgemusterte T. mit 3–5 verschiedenfarbigen Polketten (3–5 Chore) sind der Brüssel-T. in Zugtechnik und der Tournay- oder Wilton-T. als Schnittware. Alle T. mit offenem Flor werden auch im Doppelwebverfahren hergestellt, wobei die zwischen den beiden Gewebelagen verkreuzenden Polfäden während des Webens in der Mitte zerschnitten werden, so daß man gleichzeitig 2 T. erhält. Beim Tapestry-T. entsteht die mehrfarbige Musterung der einchörigen Schaffware durch Bedrucken der Polfäden im Kettdruckverfahren auf großen Trommeln vor dem Verweben. Der Tapestry-Mottled-T. besteht aus Garnresten der Tapestryfabrikation und wird mit Zug- oder Schnittnoppen gearbeitet. Beim Axminster- oder Chenille-T. wird der reich gemusterte plüschartige Flor durch Schußfäden aus Flachchenille gebildet, die als Vorware das gesamte Muster enthalten. Woll-

und Juteperser-T. werden aus Rundchenille hergestellt. — Den Knüpf-T. sehr ähnlich sind: der Royal-Axminster-T. vom Röhrchenstuhl mit unbegrenzter Farbmusterung und der Viktoria-T. vom Greiferstuhl mit bis zu 16 Farben. Auch hier hängen die florbildenden Fadenstückchen, die durch Greiferzangen eingelegt werden, ohne Knoten in U-Form an den Grundschüssen. — Durch Einstecken der Florschleifen in ein fertiges Grundgewebe mit der Kurbelstickmaschine entsteht der Tefzet-Orient-T. in beliebiger Musterung und Farbenzahl. Neuartig ist das Tufting-Verfahren, bei dem der Polfaden in das Grundgewebe aus Baumwolle oder Jute eingestochen und nach Bildung der Schlaufe durch das gleiche Einstechloch wieder zurückgeführt wird. Die Maschine hat für jeden Polfaden der T.-Breite eine besondere Nadel. Da kein Unterfaden vorhanden ist, wird nach Einstecken des Flors die Rückseite des Grundgewebes mit Latex beschichtet. Durch →Beflockung können T. beliebiger Musterung hergestellt werden.

H. OSSWALD: Die Teppichweberei (1962); H. ROPERS: Morgenland. T. (*1961).

tera-, Abk. T, vor Maßeinheiten: 10^{12} (→metrisches System).

Terbium, *Tb*, chem. Element, Metall aus der Gruppe der →Lanthaniden, Ordnungszahl 65, Massenzahl 159, Atomgewicht 158,924. T. ist in der Natur sehr selten, in seinen Verbindungen 3- und 4wertig.

Terephthalsäure, p-Benzoldikarbonsäure, $C_6H_4(COOH)_2$, wird durch Oxydation von p-Xylol gewonnen. Der durch Kondensation mit Glykol daraus erhaltene Polyester dient zur Herstellung der „Terylene“- oder „Dylen“-Faser.

Term, Teil einer mathemat. Formel, insbes. die aus der Serienformel (→Serie) herrührende Bezeichnung für eine Energiestufe eines quantenmechan. Systems, z. B. eines Atoms.

Terpene, eine Reihe von Kohlenwasserstoffen, die in vielen Pflanzen vorkommen, in äther. Ölen enthalten sind und deren Formel einem Vielfachen von C_5H_8 , der Formel des →Isoprens, entspricht. Nach ihrer chem. Struktur unterscheidet man *offene T.* und *zyklische T.* (mit einem oder mehreren Ringssystemen); weitaus die meisten T. gehören der zweiten Gruppe an. Die *eigenl. T.* haben die Formel $C_{10}H_{16}$, die *Sesquiterpene* $C_{15}H_{24}$, die *Diterpene* $C_{20}H_{32}$ und die noch höher molekularen *Polyterpene* $(C_5H_8)_n$; zu letzteren kann der Kautschuk gerechnet werden. Zu den T. mit einfachem Ringssystem (Hexamethylenring) gehören *Limonen*, *Phellandren*, *Syloxylen* und die *Terpinene*. Ineinander geschachtelte Ringsysteme enthalten *Pinen* und *Camphen* (→Kampfer); zu den höhermolekularen Sesqui- und Diterpenen gehören *Caryophyllen*, *Cadinen*, *Santalene* u. a. Sauerstoffhaltige Abkömmlinge der T. sind z. B. *Menthol* und *Kampfer*.

K. PAECH: Biologie und Physiologie der sekundären Pflanzenstoffe (1950); K. BARTELT: Die T. u. Campherarten (1951).

Terpentin, Balsam verschiedener Pinusarten, aus dem durch Wasserdampfdestillation das Terpentinöl, ein äther. Öl, gewonnen wird. *Terpentinöl* besteht vorwiegend aus Terpenen der Formel $C_{10}H_{16}$, vor allem α -Pinen, daneben β -Pinen. *Kienöl* wird aus den harzreichen Wurzelstöcken anderer Koniferen gewonnen. Anwendung in der Farben- und Lackherstellung und für chemisch-techn. Erzeugnisse wie Schuhkrem und Bohnerwachs, sowie für Einreibungen und zum Inhalieren.

Terpineol, $C_{10}H_{18}O$, ein Terpenalkohol von fliederart. Duft, kommt in ätherischen Ölen vor und wird großtechnisch aus Terpinhydrat hergestellt; Verwendung in der Parfümerie.

Terrakotta, →Keramik.

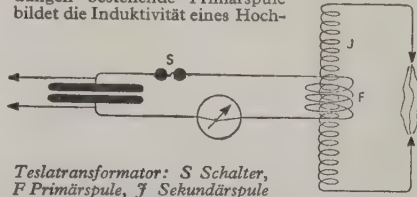
Terramycin, →Tetracyclin.

Terrazzo, →Kunststeine.

Terrestrisch heißen auf dem Festland abgelagerte Sedimente. Gegensatz: fluviatil, limnisch, marin.

terriggen, alle im Meer vom Festland abgelagerten Massen.

Tesla-Ströme, in der Sekundärwicklung eines *Teslatransformators* erzeugte hochfrequente Wechselströme hoher Spannung. Die aus wenigen Windungen bestehende Primärspule bildet die Induktivität eines Hoch-



Teslatransformator: S Schalter, F Primärspule, J Sekundärspule (nach Pohl, Einführung in die Physik, Bd. II).

frequenzschwingungskreises. T.-S. sind für den menschl. Körper ungefährlich.

Testosteron, →Sexualhormone.

Tetrachlorkohlenstoff, Kohlenstofftetrachlorid, *Tetrachlormethan*, kurz *Tetra*, CCl_4 , farblose Flüssigkeit mit ausgezeichnetem Lösungsvermögen für Harze, Öle, Fette usw.; dient zur Fettextraktion, als Fleckentferner und Feuerlöschmittel.

Tetracyclin, ein Antibiotikum, aus Chlortetracyclin („Aureomycin“) durch Abspaltung des Chlors gewonnen. Ein Oxy-T. ist „Terramycin“.

Tetraeder, ein →regelmäßiger Körper.

Tetraedrit, Mineral, →Fahlerze.

Tetrahydrofuran, $(CH_2)_4O$, wichtiges Lösungsmittel und Zwischenprodukt in der chem. Industrie.

Tetralin, *Tetrahydronaphthalin*, $C_{10}H_{12}$, farbloses Öl, verwendet als Zusatz zu Treibstoffen und als techn. Lösungsmittel. Vollständig mit Wasserstoff abgesättigtes Naphthalin ist das ähnlich verwendbare *Dekahydronaphthalin* (*Dekalin*), $C_{10}H_{18}$.

Tetranitromethylanilin, *Tetryl*, sehr wirkungsvoller Sprengstoff, wird für Sekundärladungen in Sprengkapseln verwendet.

Textilien, die aus →Faserstoffen hergestellten Erzeugnisse (→Gewebe, →Band, →Gurt, Wirk- und Strickwaren, →Flechtwerk, →Klöppeln, →Netz, Tülle und Gardinen). *Textilveredelung* geschieht z. B. durch →Bleichen, Färben (→Färberei), Bedrucken (→Zeugdruck), Aufbringen einer →Appretur, →Knitterfalten.

H. RATH: Lehrbuch der Textilchemie (*1963).

Textilmaschinen (hierzu *TAFEL*) sind in der →Spinnerei die Vorbereitungs-, Vor- und Feinspinnmaschinen, die Spinnmaschinen zur Erzeugung von Chemiefasern, die Maschinen zur Weiterverarbeitung der Garne durch *Weben* (→Weberei), *Flechten* und →Klöppeln, *Wirken* (→Wirkerei), →Stricken und *Häkeln* einschließlich der dazugehörigen Vorbereitungsmaschinen zum *Spulen* (Spulmaschinen, Spulautomaten), *Zwirnen* (Zwirnmaschinen), *Schären* der Kette (Schärgatter, Schär- und Zettelmachine). Zu den Maschinen der *TEXTILVEREDLUNG* gehören u. a. Bleich-, Seng-, Wasch-, Walk- und Merzerisiermaschinen, Färbearparate und Färbemaschinen (→Färberei), Filmdruck- und Walzendruckmaschine (→Zeugdruck) sowie die Appreturmaschinen (→Appretur). Die *BEKLEIDUNGSINDUSTRIE* verwendet Zuschneide- und Nähmaschinen, Näh- und Stickautomaten, Bügelpressen, Plissiermaschinen u. a.

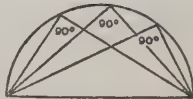
Textur, 1) die Anordnung der Kristallite in Mineral- und Metallaggregaten, z. B. *faserige T.* bei parallelgerichteten Nadelchen, *blättrige T.* bei geschichteten Blättchen. 2) die Maserung oder Zeichnung bei Holz- und Furnierflächen.

texturieren, **strukturieren**, **modifizieren**, verschiedene Verfahren, um die glatten und strukturalosen Chemie-Endlosgarne auf Synthesebasis beständig zu kräuseln, dadurch ihr Volumen zwecks erhöhter Wärmehaltung und Saugfähigkeit zu vergrößern sowie ihre Dehnbarkeit und Elastizität zu steigern. Hierzu dienen das Torsions-, Stauchkammer-, Kantenzieh-, Blas- und Schrumpfverfahren.

Texturometer, Gerät zur Bestimmung der Textur von Lebensmitteln, insbes. Erbsenkörnern, durch Messung ihrer Scherfestigkeit.

tg, Abk. für Tangens.
Th, chem. Zeichen für Thorium.

Thales-Satz, der Satz, daß jeder Umfangswinkel im Halbkreis über dem Durchmesser 90° beträgt. Er soll von dem griech. Philosophen und Mathematiker THALES VON MILET (um 600 v. Chr.) stammen.



Thales-Satz

Thallium, Tl, chem. Element, Metall, Ordnungszahl 81, Massenzahlen 203, 205, Atomgewicht 204,37, Schmelzpunkt 300°C, Siedepunkt 1460°C, Dichte 11,85 g/cm³. T. ist ein dem Blei ähnliches bläulichweiß glänzendes, sehr weiches und duktiles Metall, das an der Luft infolge Oxydation grau anläuft, von verdünnter Salpeter- und Schwefelsäure leicht, von Salzsäure jedoch wegen der Schwerlöslichkeit des Chlorids kaum angegriffen wird. In seinen Verbindungen ist T. ein- und dreiwertig. Die einwertigen Salze ähneln den Alkali- und den Silber-salzen, die wenig beständigen dreiwertigen den Aluminiumsalzen.

T. kommt äußerst selten als wesentl. Bestandteil in Mineralien vor, so im Crookesit (Cu, Tl, Ag)₃Se, und Lorandit, TlAsS₃; es ist in kleinen Mengen (10–20 g/t) häufig in Schwefelkiesen, Kupferkiesen, Zinkblendes, Kalisalzen enthalten. Flugstäube und Bleikammerschlamm sind Ausgangsstoffe für die Gewinnung; auch wird es elektrolyt. ausgefällt.

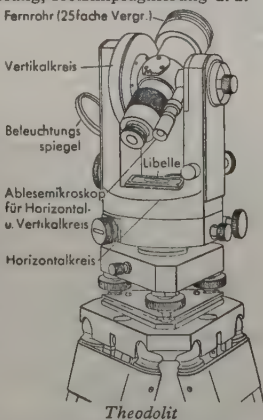
T. verbessert als Legierungselement die Beständigkeit von Blei gegenüber anodischer Korrosion, die des Silbers gegenüber Salzsäure und Schwefelwasserstoff. Quecksilber mit 8,5 % T. erstarrt erst bei –60°C und wird für Tieftemperatur-Thermometer verwendet. T.-Salze dienen zur Herstellung des T.-Flintglases, das sich durch ein sehr großes Brechungsvermögen auszeichnet. Die T.-Verbindungen, fast alle starke, langsam wirkende Gifte, sind Hauptbestandteil vieler Mittel zur Ratten- und Ungezieferbekämpfung, Holzimprägnierung u. ä.

Thebain, Di-methylmorphin, →Morphin.

Thein, ein Purinderivat, →Koffein.

Theodolit, Winkelmessgerät für große Entfernungen, vor allem für die Vermessungstechnik.

Hauptteil ist ein um eine horizontale Kippachse und eine lotrechte Stehachse (Alhidadenachse) drehbares Fernrohr mit Strichkreuz und meist Innenfokussierung. Drehwinkel um die lotrechte Achse werden am Horizontalkreis, solche um die Kippachse am Vertikalkreis mit →Nonien oder Ablesemikroskopen bestimmt. Ablesegenauigkeit je nach Teilkreisdurchmesser und Vergrößerung 30'' bis 1'. Moderne Instrumente besitzen auf Horizontal- oder Vertikalkreis umschaltbare opt. Ablesung, bei der zur Vermeidung des Exzentrizitätsfehlers gegenüberliegende Teilkreistellen aufeinander gespiegelt werden. Zur Verminderung des Einflusses von Kreisteilungsfehlern mißt man mit verschiedenen Teilen des Teilkreises, indem man letzteren um die lotrechte Achse dreht (bei Repetitions-T.). Ein Fuß mit drei Stellschrauben erlaubt Vertikalstellen der



Theodolit

Stehachse mit Hilfe von ein oder zwei →Libellen. Durch ein am Stativ hängendes Senklot kann der T. genau über dem Meßpunkt aufgestellt werden.

M. KNEISL: Handb. der Vermessungskunde, Bd. 2 (1962).

Theophyllin, 1,3-Dimethylxanthin, kommt in Tee vor, wirkt ähnlich wie →Koffein.

Therme, Mineralquelle mit einer Quelltemperatur von mehr als 20°C.

Thermik, die von der Einstrahlung der Sonne und der Erwärmung des Erdbodens hervorgerufene ungeordnete Aufwärtsbewegung der Luft.

thermionischer Umwandler, thermionische Diode, Glühkathodenwandler, Gerät zur Umwandlung von Wärme in elektr. Energie ohne den Umweg über mechan. Energie. Grundsätzliche Wirkungsweise: In einem dampf- oder gasgefüllten Vakuumgefäß wird eine von zwei metall. Elektroden bis zur Elektronenemission erhitzt. Die Elektronen wandern zur anderen Elektrode und halten einen Strom aufrecht. Der bei kleinen Versuchsmodellen von einigen Watt Leistung erreichte Nutzeffekt betrug 15 %.

Thermit, eine Mischung aus 2 Mol Aluminiumpulver und 1 Mol Eisenoxid (Fe₂O₃), erzeugt bei der Verbrennung eine Temperatur von 2400°C. Thermitverfahren, die →Aluminothermie.

Thermochemie behandelt experimentell (meßtechnisch, meist mit →Kalorimeter) und theoretisch auf Grund der Thermodynamik die bei chem. Prozessen auftretenden Wärmeeffekte (Reaktionswärme, Wärmetönung, Enthalpie, Verbrennungswärme), den Wärmeumsatz bei Modifikationsänderungen, beim Verdampfen, beim Auflösen und Verdünnen und die spezif. Wärmen. Man unterscheidet endotherme Vorgänge mit einer Zunahme der →Enthalpie der reagierenden Stoffe und exotherme Vorgänge, bei denen das Umgekehrte eintritt.

Thermochrose, Wärmefärbung, Eigenschaft mancher Körper, bestimmte ultrarote Strahlen zu absorbieren, andere dagegen nicht.

Thermodiffusion, die teilweise Entmischung zweier Gase bei Temperaturunterschieden. In einem Temperaturgefälle diffundieren die leichten Moleküle bevorzugt zur heißen, die schweren zur kalten Seite. Anwendung im CLUSIUSschen →Trennrohr.

Thermodynamik, alle Erscheinungen der Physik und Chemie, bei denen Arbeits- und Wärmewirkungen auftreten. Die drei Hauptsätze der T. erlauben in Verbindung mit speziellen Stoffkonstanten (spezif. Wärmen, Dichten, Reaktionswärmen, Zustandsgleichungen) weitgehende Aussagen über das Verhalten von Materie unter den verschiedensten äußeren Bedingungen (Temperatur, Druck, elektr. Zustand) ohne Berücksichtigung der atomaren Struktur.

Der erste Hauptsatz der T. bezieht in den Energie-satz (→Energie) auch die Wärme als eine besondere Form der Energie mit ein. Der zweite Hauptsatz der T. ist der Satz von der Zunahme der →Entropie abgeschlossener Systeme bei allen makrophysikal. Vorgängen (CARNOT 1824, CLAUSIUS u. THOMSON 1850). Der zweite Hauptsatz (Entropiesatz) schränkt den ersten insofern ein, als Wärme wohl eine Form von Energie ist, aber nicht in beliebigem Maße in Arbeit verwandelt werden kann. Bei allen makrophysikal. Prozessen geht durch Reibung, Strahlung, Wärmeausgleich ein bestimmter, nicht unterschreitbarer Mindestbetrag an verfügbarer Energie verloren, der diese Vorgänge unumkehrbar (irreversibel) macht (→Perpetuum mobile).

Dritter Hauptsatz der T., →Nernstsches Wärmetheorem.

Zur mathemat. Behandlung thermodynam. Probleme sind außer der Entropie noch weitere thermodynamische Funktionen definiert worden: die freie Energie (HELMHOLTZ), die →Enthalpie, das thermodynamische Potential (GIBBS).

A. SOMMERFELD: Vorlesungen über theoret. Physik, Bd. V (Bearb. F. BOPP/J. MEIXNER, 1962); W. MACKE: T. u. Statistik (1962); E. SCHMIDT: Einf. i. d. techn. T. u. i. d. Grundlagen d. chem.

T. (*1962); Handb. d. Physik, hg. v. S. FLÜGGE, Bd. 13 (1962).

thermoelektrische Erscheinungen. Die *thermoelektr. Kraft* (SEEBECK 1822), kurz *Thermokraft*, ist die elektromotor. Kraft (Spannung), die entsteht, wenn zwischen den Lötstellen zweier aus verschiedenem Material bestehender elektr. Leiter eine Temperaturdifferenz $T_2 - T_1$ besteht. Die Spannung ist näherungsweise proportional zu $T_2 - T_1$. Schickt man umgekehrt durch das System einen elektr. Strom, so erwärmt sich die eine Lötstelle, während sich die andere abkühlt (*Peltier-Effekt*, PELTIER 1834). Besteht in einem homogenen elektr. Leiter ein Temperaturgefälle, so ergibt sich neben der Stromwärme eine zusätzliche dem Temperaturgefälle und der Stromdichte proportionale Erwärmung (*Thomson-Effekt*, THOMSON 1856). Die Thermokraft hängt neben der Temperatur-Differenz stark von der Art der benutzten Leiterstoffe ab (thermoelektr. $\rightarrow$ Spannungsreihe). Hält man die Temperatur der einen Lötstelle konstant (z. B. 0°C = schmelzendes Eis), so ist der resultierende Thermostrom ein Maß für die Temperatur der zweiten Lötstelle. Für die Messung mittlerer und niedriger Temperaturen (-200 bis $+700^\circ\text{C}$) benutzt man *Thermoelemente* aus Konstantan-Kupfer oder Konstantan-Eisen. Für Temperaturen bis 1200°C ist das Nickel-Chromnickel-Element geeignet. Für genaue Messungen werden Edelmetallelemente benutzt, z. B. Platin-Platinrhodium. Durch Hintereinanderschalten mehrerer Thermoelemente, wobei die Lötstellen abwechselnd auf den Temperaturen T_1 oder T_2 gehalten werden, erhöht sich die Thermokraft proportional der Zahl der Elemente. Solche *Thermosäulen* sind zur Strahlungsmessung geeignet. Durch Kombination von Hitzdraht und Thermoelement, z. B. im *Thermokreuz*, lassen sich auch für Hochfrequenzströme geeignete Strommesser bauen.

Thermoelement, $\rightarrow$ thermoelektrische Erscheinungen.

Thermographie, photographische Abbildung von Objekten durch Wärmestrahlen auf Ultrarotplatten, gegen Wärmestrahlen empfindl. Phosphoren ($\rightarrow$ Phosphoreszenz) oder dünnen Schichten leicht verdampfbare Substanzen (*Evaporographie*).

Thermoisoplethen, Chronoisothermen, Linien gleicher Temperatur, die die mittleren Temperaturen zu jeder Stunde des Jahres erkennen lassen.

Thermokolore, die $\rightarrow$ Temperaturmeß-Farben.

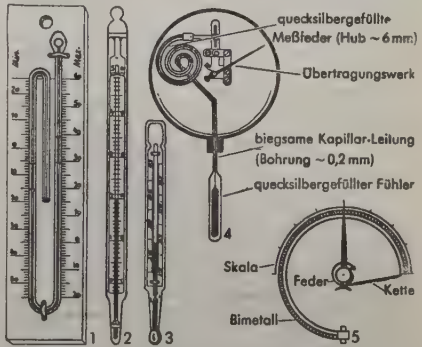
Thermolyse, thermische $\rightarrow$ Dissoziation.

thermomagnetische Erscheinungen, die Temperaturdifferenzen und die elektr. Potentialdifferenzen, die auftreten, wenn auf einen von Wärme durchflossenen elektr. Leiter ein Magnetfeld einwirkt.

Thermometamorphose, Umwandlung des Mineralbestandes und Gefüges einer Gesteinsmasse ohne Veränderung der chem. Gesamtzusammensetzung unter dem Einfluß einer aufsteigenden Magmamasse.

Thermometer, Gerät zum Messen der $\rightarrow$ Temperatur. Am gebräuchlichsten sind die T., die auf der thermischen Ausdehnung beruhen. Beim Gas-T., das nur für wissenschaftl. Zwecke benutzt wird, mißt man Druck und Volumen einer abgemessenen Gasmenge und berechnet die Temperatur nach den Gasgesetzen. Die *Flüssigkeits-T.* bestehen aus einem kleinen Glaskolben mit T.-Flüssigkeit (Quecksilber, -38 bis $+625^\circ\text{C}$, für höhere Temperaturen Gallium; für tiefe Temperaturen gefärbter Äthylalkohol bis -110°C ; Isopentan mit Zusätzen bis -190°C) und einer angeschmolzenen Glaskapillare mit Skala, in die die Flüssigkeit je nach der Temperatur verschieden weit hineinragt. Beim *Fieber-T.* (35 – 42°C) hat die Kapillare eine Verengung, an der der Faden beim Abkühlen abreißt. *Maximum-T.* enthalten in der Kapillare ein Eisenstäbchen, das vom steigenden Faden hochgeschoben, vom zurückweichenden aber nicht mitgenommen wird. *Minimum-T.* sind Alkohol-T. mit einem Glasfist in der Kapillare, der bei sinkender Temperatur durch die Kapillarkraft der Flüssigkeitsoberfläche mitgezogen wird, während der steigende Alkohol über ihn hinweg-

fließt. Das *Maximum-Minimum-T.* ist ein U-förmig gebogenes Alkohol-T., in dessen Kapillare die Flüssigkeit durch einen Quecksilberfaden unterbrochen ist; auf beiden Enden des Quecksilberfadens liegt je ein Eisenstäbchen. Bei Temperaturanstieg wird der Quecksilberfaden in Richtung auf ein Ausdehnungsgefäß am einen Ende der Kapillare verschoben, bei Temperaturabfall weicht er zurück. Die Stäbchen können durch einen Magneten zur Quecksilbersäule zurückgebracht werden. Beim *Bimetall-T.* krümmt sich ein Bimetallstreifen bei Temperaturänderungen. Die Krümmung kann durch einen Zeiger sichtbar gemacht oder durch eine Schreibvorrichtung laufend aufgezeichnet werden (*Thermograph*). Bei den *Tensions-T.* wird die Temperatur aus dem Dampfdruck einer Flüssigkeit bestimmt, der mit einem Manometer gemessen wird. Die *elektrischen T.* beruhen auf der Änderung des elektr. Widerstandes von Metallen oder der Thermokraft ($\rightarrow$ thermoelektrische Erscheinungen, Thermoelemente) mit der Temperatur. In *Widerstands-T.*



Thermometer: 1 Maximum-Minimum-T., 2 wissenschaftliches T., 3 Fieber-T., 4 Quecksilber-Zeiger-T., 5 Metall-T.

wird meist Platin angewandt, das etwa von 20°K bis 1000°C brauchbar ist. Mit Blei kann bis etwa 10°K , mit Kupfer und Eisen bis 1000°C gemessen werden. Die *tiefsten Temperaturen* bis etwa $0,001^\circ\text{K}$ werden mit Hilfe des CARNOTschen Kreisprozesses bei der Magnetisierung paramagnetischer Kristalle meßbar. Für *höchste Temperaturen* werden neben Thermoelementen opt. Methoden angewandt: man läßt die Strahlung auf ein Thermoelement wirken, dessen Thermospannung gemessen wird, oder man vergleicht die Helligkeit der Meßstelle über ein Zwischennormal photometrisch mit der Strahlung eines $\rightarrow$ schwarzen Körpers (*Strahlungs-pyrometer*).

thermonuklear heißen Kernreaktionen, die durch Wärme angeregt werden.

Thermoplaste, $\rightarrow$ Kunststoffe.

thermoplastische Aufzeichnung, TPR-Verfahren, ein Aufzeichnungsverfahren für Fernsignale: auf die thermoplast. Oberfläche eines bandförmigen Aufzeichnungsträgers wird durch einen Elektronenstrahl eine von der Bildmodulation abhängige Ladung aufgebracht. Dann wird der Träger in einem Hochfrequenzfeld erwärmt, so daß die Oberfläche erweicht und sich infolge der elektrost. Anziehungskräfte, dem Ladungsbild entsprechend, verformt. Durch schnelle Abkühlung bleibt die Verformung bestehen, sie kann durch opt. Mittel abgetastet und sichtbar gemacht werden.

Thermoreaktor, Fusionsreaktor, Gerät zur Energiegewinnung durch $\rightarrow$ Kernverschmelzung bei hohen Temperaturen.

Thermosäule, $\rightarrow$ thermoelektrische Erscheinungen.

Thermosflasche, ein doppelwandiges Gefäß aus schlecht wärmeleitendem Material (meist Glas). Zur Verminderung des Wärmetransports durch Konvek-

Thermostat – tiefbohren

tion ist der Hohlraum zwischen beiden Wänden evakuiert.

Thermostat, → Temperaturregler.

Thermomform dienen zum Messen mittel- und besonders hochfrequenter elektr. Ströme mit einem Drehspulinstrument. Der Meßstrom erhitzt eine Drahtwendel, die ihre Temperatur einem Thermoelement mitteilt, das dann das Drehspulinstrument ausschlagen läßt.

Thia-, Thio-, veraltet **Sulfo-,** Vorsilbe organ. und anorgan. Schwefelverbindungen, → Sulf. Thia- bedeutet die Anordnung eines Schwefelatoms als Glied in einem organ. Ringmolekül.

Thiazine, → Azine.

Thiazole, heterozykl. Verbindungen mit einem Ring aus 3 C-, 1 N- und 1 S-Atomen.

Thioplaste, kautschukähnlich, → Kunststoffe, durch Polykondensation z. B. aus Äthylchlorid und Natriumpolysulfid erhalten. Sie lassen sich mit Zinkoxid vulkanisieren und sind dann besonders widerstandsfähig gegen organ. Lösungsmittel. Verwendung zur Herstellung von Öl- und Treibstoffschläuchen, von Kabelummantelungen, Dichtungen.

Thixotropie, die Erscheinung, daß gewisse Gallerte oder Gele ohne Temperaturerhöhung durch Schütteln oder Einwirkung von Ultraschallwellen verflüssigt werden können.

Thomaspophosphat, **Thomasmehl**, gemahlene Thomasschlacke, ein Phosphorsäuredünger mit 16–18 % zitronensäurelös. Phosphorsäure und 45–50 % Kalk.

Thomsonseffekt, → thermoelektrische Erscheinungen.

Thorium, **Thor**, **Th**, radioaktives chem. Element aus der Gruppe der → Aktiniden, Metall; Ordnungszahl 90, Schmelzpunkt 1800°C, Siedepunkt 3530°C, Dichte 11,5 g/cm³; Massenzahlen der bekannten natürl. Isotope, nach fallender Halbwertszeit geordnet: 232 (**Th**), 230 (**Ionium**), 228 (**Radio-Th**), 234 (**Uran X₁**), 227 (**Radioaktinium**), 231 (**Uran Y**). Das natürl. T. mit dem Atomgewicht 232,038 besteht zu fast 100 % aus dem Isotop 232. Dieses ist das Anfangsglied der **T-Zerfallsreihe** (→ Radioaktivität). Zu den Zerfallsprodukten gehören T.-Emanation (→ Emanation) und Meso-T. Die übrigen Isotope sind selbst Zerfallsprodukte. Das Ionium gehört der Uran-Radium-Reihe an. VORKOMMEN: T. wird nur chemisch gebunden in T.-Mineralien wie **Thorit**, **ThSiO₄** (selten, in Norwegen), oder **Thorianit**, (**Th**, **UO**)₂ (selten bes. auf Ceylon) und im → Monazit gefunden, aus dem es durch Aufschmelzen mit Schwefelsäure gewonnen wird.

VERWENDUNG. Elementares T. wird als graues Kristallpulver oder als silbergrau glänzendes, weiches und dehnbares Metall erhalten, das als Zusatz zu Legierungen für Heizdrähte und zu Getterstoffen für Elektronenröhren verwendet wird. Da die thermische Elektronenemission beim T. verhältnismäßig groß ist, werden die Wolfram-Glühfäden von Senderöhren häufig mit einem T.-Film überzogen („thorisiert“). Durch Neutronenbeschuss lassen sich die Atomkerne des T. unter Energiegewinn spalten. Da hierbei keine Kettenreaktion zustande kommt, kann T. nur in Mischung z. B. mit Plutonium oder Uran 235 zur Erzeugung von Atomenergie verwendet werden. Das in seinen Verbindungen meist wertvolle Metall wird von verdünnten Säuren und Laugen nicht angegriffen. T.-Dioxid, **ThO₂**, ist Hauptbestandteil der Gaslicht-Glühstrümpfe. Röntgenkontrastmittel und Katalysatoren (für die Benzinsynthese) enthalten manchmal T.-Dioxid, das auch zur Herstellung hochfeuerfester Stoffe dient. Blitzlichtpulver enthält neben Magnesium häufig T.-Nitrat, **Th(NO₃)₄**.

Thoron, **Th**, → Emanation.

Thrombin, bei der Blutgerinnung wichtiges Enzym, das das Fibrinogen in Fibrin umwandelt.

Thuion, **C₁₀H₁₆O**, ein Keton der Terpenreihe, das sich in einigen Ölen (**Thujaöl**, **Wermutöl** u. a. m.) findet; wirkt stark haut- und schleimhautreizend.

Thulium, **Tm**, chemisches Element, Metall aus der Gruppe der → Lanthaniden; Ordnungszahl 69, Massenzahl 169, Atomgewicht 168,934; ist in chemisch gebundener Form in einigen seltenen Mineralien enthalten. In seinen Verbindungen, die meist grün gefärbt sind, ist es 3wertig. T. ist bisher ohne prakt. Bedeutung.

Thymin, **C₈H₉O₂N₃**, Bestandteil tierischer → Nukleinsäuren.

Thymol, **Thymiankampfer**, p-Isopropyl-m-kresol, Hauptbestandteil des **Thymianöls** und **Ajowanöls**, in denen es neben seinem Isomeren Carvacrol vorkommt. T. wird synthetisch gewonnen und dient als desinfizierender Zusatz zu Mundwässern und Zahnpasten.

Thyatron, **Stromtor**, eine Dreielektrodenröhre, die mit Quecksilberdampf oder Edelgas gefüllt ist. Die Kathode ist meist eine indirekt geheizte Oxidkathode, auch eine Quecksilberkathode. Die Anode besteht gewöhnlich aus Graphit. Ein zwischen beiden liegendes Gitter dient zur Steuerung. Hat das Gitter eine negative Vorspannung, tritt keine Entladung zur Anode ein. Wird die Vorspannung des Gitters weniger negativ und schließlich positiv, so setzt die Entladung plötzlich ein. Sie besteht dann so lange fort, wie die Anode ein genügend hohes positives Potential hat; auch eine wiederangelegte negative Gittervorspannung bringt sie nicht zum Erlöschen. Das T. ist eine mit geringster Leistung auslösbare Relaisröhre; sie dient für automat. Steuerungsaufgaben wie z. B. bei Photorelais, zu Impulszählaufgaben, zur Erzeugung von → Kipperschwingungen und zur Gleichrichtung.

Thyristor, ein aus der Siliziumdiode entwickeltes steuerbares Halbleiterventil, Sperrspannung bis 750 Volt.

Thyroxin, das wichtigste Hormon der Schilddrüse, eine im **Thyreoglobulin** gebundene organ. Jodverbindung. T. wird entweder aus Schilddrüsen von Schlachttieren oder synthetisch hergestellt als Diiodoxyphenyläther des Diodotyrosins. Es wirkt stoffwechselsteigernd und -regulierend.

Ti, chem. Zeichen für → Titan.

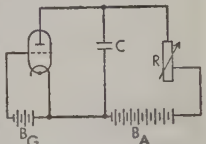
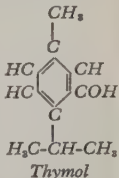
Tiden, → Gezeiten.

Tiefbau, im Gegensatz zum Hochbau die Bauarbeiten zu ebener Erde, in oder unter der Erde, wie Straßen- und Eisenbahnbau, Wasserbau, Kanalisation, Meliorationen u. dgl., auch der Bergbau unter Tage im Gegensatz zum Tagebau.

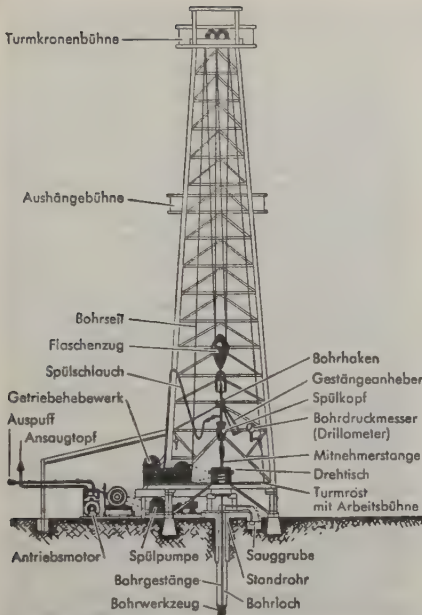
tiefbohren, **Bergbau**: das maschinelle Herstellen eines Bohrloches größerer Tiefe zum Fördern von Bodenschätzen (Mineralien, Kohle, Erdöl, Erdgas, Heilquellen), Aufsuchen von Lagerstätten (Schürfböhrungen) oder zur Ausrichtung, Wetterführung u. dgl. (→ Bergbau).

Bei **Förderbohrungen** beträgt die lichte Weite etwa 150 mm. Für eine lückenlose Kerngewinnung ist jedoch ein Durchmesser von 40 mm oft ausreichend. Häufig werden Verlauf und Endpunkt festgelegt (**Zielbohrung**). **Flachbohrungen** haben Teufen bis zu 500 m, **Tiefbohrungen** bis zu 3000 m. Sie werden mit normalen Einrichtungen ausgeführt, während zu **Überfließbohrungen** über 3000 m auch besondere Einrichtungen nötig sind. Die bisher größte Teufe wurde 1958 mit 7000 m erhoben.

Beim **schlagenden Bohren** wird ein Meißel durch ein in einem **Bohrturm** oder **Bohrgerüst** hängendes Seil oder Gestänge angehoben und dann frei fallen gelassen. Seil oder Gestänge werden von einem **Bohrschwengel** angehoben. Das schlagende Bohren ist auf eine Teufe bis 1000 m beschränkt.



Thyatron: Schaltung als Kipperschwingungsgenerator. Über den veränderlichen Widerstand **R** wird der Kondensator **C** aufgeladen. Wird die Zündspannung erreicht, setzt die Entladung ein. Die Spannung an **C** sinkt dabei unter die Zündspannung, die Entladung erlischt, der Kondensator lädt sich von neuem auf. **BA** Anodenbatterie, **BG** Gitterbatterie.



tiefbohren 1: Rotary-Bohranlage (schematisch)

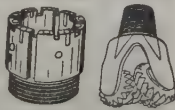
Jede bisher geforderte Teufe erreichten die durch drehendes Bohren nach dem „Rotary“-Verfahren niedergebrachten Bohrlöcher. Die mit Hartmetall oder Diamanten besetzten Bohrer werden von hohlen Schwerstangen gegen die Bohrlochsohle gedrückt. An die Schwerstangen schließt sich das an die durch den Drehtisch mit Kegelradantrieb bewegte Mitnehmerstange geschraubte Gestänge an. Das Ganze hängt an einem Bohrhaken, der von einem Flaschenzug auf der Bohrturmkronen getragen wird (BILD 1).

Bei der Kernbohrung wird mit der Bohrkronen ein ringförmiger Raum ausgebohrt, in dessen Innerem ein Gebirgskern (Bohrkern) stehen bleibt, der von Zeit zu Zeit abgebrochen wird.

Beim schlagenden und beim drehenden Bohren wird Spülwasser von oben in die Rohre des Bohrgestänges gepumpt, das die erbohrten Massen herauspült. Die Bohrlöcher werden verrohrt, um Gefährdungen der Bohrarbeit auszuschalten und Spülwasserverlusten in klüftigem Gebirge oder umgekehrt Störungen des Spülstromes durch entgegenwirkende Gebirgsquellen vorzubeugen.

Die Bewegung des ganzen schweren Bohrgestänges wird vermieden durch 1) **Schmelzbohren**, bei dem aus den Düsen eines drehbaren Schneidbrenners heiße Gase verbrennen. Bei etwa 2300° C werden harte Gesteine gespalten und zermürbt und die Erze geschmolzen. In das Bohrloch wird zusätzlich Wasser mit 5 atü gepreßt. 2) **Turbinenbohren**, bei dem der Bohrmeißel (bis 600 Umdr./min) durch eine Wasserturbine am unteren Ende des Bohrgestänges angetrieben wird. Das Triebwasser dient nach Arbeitsleistung der Kühlung des Meißels und dem Austrag des Bohrkerns. 3) **Elektrobohren**, bei dem der Bohrer von einem Elektromotor über der Bohrlochsohle angetrieben wird.

H. CAMBEFORT: Tiefbohrungen (1962); G. PRIKEL: Tiefbohrtechnik (1959).



tiefbohren 2: links Bohrkronen mit Hartmetallbesatz für Kernbohrungen, rechts Dreirollen-Meißel für Rotary-Tiefbohrungen.

Tiefdruck, 1) im weiteren Sinne alle Druckverfahren, bei denen eine durch Ätzung, Gravur oder Stich vertieft in die Platte eingearbeitete Zeichnung eingefärbt und durch scharfen Druck auf meist gefächertes Papier herausgehoben wird, wie Heliogravüre, Kupferstich, Radierung, Stahlstich. 2) im engeren Sinn eine Druckart, bei der von Kupferzylindern oder von um Zylinder gespannten Kupferplatten gedruckt wird. Von den Originalen (Bilder, Schrift) werden Diapositive hergestellt und mit einem Raster auf ein sensibilisiertes Gelatine-Pigmentpapier kopiert. Die Kopie wird dann auf den Kupferzylinder oder die Kupferplatten aufgebracht. Bei der Wasserentwicklung entsteht durch die unterschiedl. Lichteinwirkung ein dem Tonwert entsprechendes Relief. In der nachfolgenden Ätzung mit Eisenchlorid dringt die Ätze, bedingt durch das Relief, unterschiedlich in das Kupfer ein, wodurch sich mehr oder weniger tief geätzte Stellen in Form von Rasternäpfchen ergeben, während der Raster als gleichmäßiges feines Netz über dem Ganzen liegt. Beim Druck in der → Tiefdruckmaschine wird die ganze Oberfläche eingefärbt und der Überschuß von der → Rakel (Rakel-T.) abgestrichen, wobei das mitgeätzte feine Rasternetz ihr als Auflage dient.

Tiefdruckgebiet, kurz **Tief**, → Zykclone.

Tiefdruckmaschinen, Maschinen zur Herstellung von Drucken im → Tiefdruck. Vorläufer der neueren Maschinen ist die Kupferdruckpresse (→ Kupferdruck). Heute sind am gebräuchlichsten **Ein- und Mehrfarbendruckmaschinen**, die von Kupferzylindern oder rundgebogenen Kupferplatten drucken und schnelllaufende **Ein- und Mehrfarbentiefdruckrotationsmaschinen**, die Rollenpapier bedrucken. Für den Druck von Formularen, Packungen, Zellgas und Metallfolien dienen Spezialmaschinen, zum Teil kombiniert mit Hoch- (Anilin-) und Offsetdruckwerken. Die Druckwerke müssen gekapselt sein, um die Lösungsmitteldämpfe der Tiefdruckfarben abzuheben. Getrocknet werden die Drucke durch Aufblasen eines Luftstromes.

Tiefengesteine, **plutonische Gesteine**, **Plutonite**, solche → Eruptivgesteine, die in größeren Tiefen der Erdkruste aus aufsteigenden, bei orogenen Vorgängen einschließenden Magmamasen erstarrt sind.

Tiefenschärfe, → Schärftentiefe.

Tiefenstufe, **geothermische T.**, → Erde.

Tiefkühlung, das schnelle → Gefrieren von Lebensmitteln bei –35 bis –40° C und das anschließende Lagern bei etwa –18° C; ist schonend, da bei rascher Kühlung die Zellwände besser erhalten bleiben als bei langsamem Abkühlen. Im weiteren Sinn die Anwendung tiefer Temperaturen.

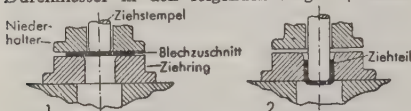
Tieföfen, **kammerförmiger Ofen**, in dem die Stahlblöcke vor dem Walzen gleichmäßig temperiert werden. Unbeheizte T. bezeichnet man auch als **Ausgleichsgruben**.

Tiefemperaturforschung untersucht das Verhalten der Stoffe bei tiefsten Temperaturen. Hierzu gehören: 1) die → Supraleitung und magnet. Erscheinungen, 2) Helium im → supraflüssigen Zustand, 3) Messung von spezif. Wärmen, 4) Festlegung der Temperaturskala durch Fixpunkte und der thermodynam. Funktionen auf Grund des III. Hauptsatzes der Thermodynamik, 5) Beeinträchtigung der Meßgenauigkeit durch die Wärmebewegung (→ Brownsche Bewegung, → Rauschen). Zur Erzeugung tiefer Temperaturen läßt man verflüssigte Gase als Kältebad bei normalem Druck (flüssige Luft: –194,4° C, Wasserstoff: –252,8° C, Helium: –268,9° C) oder für tiefere Temperaturen bei vermindertem Druck sieden. Temperaturen bis zu 0,0014° K werden durch adiabatisches Entmagnetisieren paramagnetischer Kristalle erreicht.

tiefziehen, Verfahren zur Herstellung von Hohlkörpern wie Töpfen, Behältern, Karosserieteilen u. a. aus ebenen Blechzuschnitten (Ronden, Platinen). Der Blechzuschnitt wird auf den **Ziehring** gelegt, durch den **Niederhalter** angedrückt (BILD) und durch den Stempel in die Öffnung des Ziehringes hineingezogen. Flache Teile, z. B. Kraftwagentüren und Dächer, werden durch T. oder

Tiegeldruckpresse – Tonung

Streckziehen hergestellt, tiefe Hohlformen in mehreren Zügen, u. U. mit eingetauchtem Zwischenblech. Im ersten Zug (*Anschlag*) wird aus dem ebenen Blech ein Hohlkörper gezogen, dessen Durchmesser in den folgenden Zügen (*Weiter-*



1 tiefziehen: 1 vor, 2 nach dem Tiefziehen.

schläge) verringert wird. Beim Huberpreßverfahren wird die Ronde durch Druckwasser in die Form gepreßt, wodurch sie sich dieser gut anpaßt.

Die *Tiefziehfestigkeit* wird durch *Tiefzugsversuche* festgestellt. Bei der *Erichsenprobe* beult eine Kugel das eingespannte Blech bis zum Riß auf. Beim *Napfziehvorsch* werden die Ronden über einen Stempel zu Näpfchen gezogen; die größte Ronde, die eben noch ohne Reißen gezogen werden kann, liefert das Gütemaß. Im *Tiefziehaufweiterversuch* nach SIEBEL-POMP werden Bleche mit einem Loch von 12 mm $\varnothing$ über einen Stempel von 40 mm $\varnothing$ gezogen; die Aufweitung des Lochs beim ersten Anriß ist maßgebend.

Tiegeldruckpresse, → Hochdruckmaschinen.

Tiegelofen, ein → Industrieofen.

Tierkreis, ASTRONOMIE: → Ekliptik.

Tierkreislicht, → Zodiaklicht.

Tigerauge, Mineral, → Quarz.

Tinte, Lösung von Farbstoffen zum Schreiben, Zeichnen und zum Einfärben von Stempelpässen; Aufschlammungen von Farbstoffen heißen im allgemeinen *Tuschen*. – *Gewöhnl. Schreib-T.* ist eine Lösung von Gallus- und Gerbsäure, einem Eisensalz (*Eisen-T.*) und einem Zusatz eines löslichen, meist blauen Farbstoffs (Teerfarbstoff); *farbige T.* sind Lösungen von Teerfarbstoffen mit Zusätzen; *Kopier-T.* enthält besonders farbkraftige Teerfarbstoffe und einen Zusatz von Sirup und Glycerin; bei *Hektographen-T.* ist der Farbstoffgehalt noch höher; der Farbstoff muß sehr gut löslich sein (z. B. Kristallviolett). – Für *Wäschezeichen-T.* dienen Ruß, Silbernitrat oder Teerfarbstoffe. *T.-Pulver* wird aus Blauholzextrakt oder Teerfarbstoffen hergestellt. – *Sympathet. T.* trocknen farblos auf und werden durch die Einwirkung von Wärme (bei Kobaltsalzen) oder Schwefelwasserstoff (bei Bleisalzen) sichtbar.

Titan, Ti, chemisches Element, Metall; Ordnungszahl 22, Massenzahlen 48, 46, 47, 49, 50, Atomgewicht 47,90; Schmelzpunkt 1820°C, Siedepunkt über 3000°C, Dichte 4,54 g/cm³. T. findet sich stets in chemisch gebundener Form als geringfügige Beimengung vieler Erstarrungsgesteine, angereichert in den Mineralien *Ilmenit*, *Rutil*, *Titanit*.

Zur Gewinnung überführt man T.-Dioxid mit Kohle und Chlor in T.-Tetrachlorid, $TiCl_4$. Aus diesem bildet sich beim Erhitzen mit Magnesium unter Druck metallisches T., wobei die Bildung von Oxiden und Nitriden verhindert werden muß (z. B. durch eine Heliumatmosphäre). Das silberweiße Metall ist in reinstem Zustand so dehnbar, daß es kalt gewalzt werden kann. In neuester Zeit sind T.-Legierungen mit Zusätzen von Cr, V, Al, Mn, Ni, Co, Fe, Mo entwickelt worden, die wegen ihres geringen spez. Gewichts, hoher Festigkeit auch in der Wärme und wegen guter Korrosionsbeständigkeit ebenso wie T. zunehmend große techn. Bedeutung erlangen. Als Zusatz zu anderen Metallen und Legierungen wirkt T. festigkeitssteigernd und in Aluminium kornverfeinernd. In rostfreien Chrom-Nickel-Stählen unterdrückt es Karbidausscheidungen und verbessert die Beständigkeit, insbes. bei erhöhten Temperaturen. Einigen Hartmetallen wird es als T.-Karbidgefügezug. Metallisches T. wird von verdünnten Säuren kaum angegriffen. Bei starkem Erhitzen verbrennt es in einer Stickstoffatmosphäre (als einziges Element) zu T.-Nitrid, TiN , in Luft zu T.-Dioxid, TiO_2 . Das Dioxid ist der Hauptbestandteil vieler Farbstoffe (T.-Weiß, Farben für Email, Glasuren), von keramischen Massen mit

hoher Dielektrizitätskonstante (für Kondensatoren) und von Röntgenkontrastmitteln. Das *Barium-Titanat*, $BaTiO_3$, sowie einige andere *Titanate* bilden keram. Massen, die für die Elektrotechnik Bedeutung haben. *T.-Karbide*, TiC , und poröses T. dienen auch als Katalysatoren (Stickstoffanlagerung).

Titer, 1) der Gehalt der zum Titrieren dienenden Lösungen, ausgedrückt in Grammäquivalenten je Liter. → Maßanalyse. 2) Feinheitsangabe der Seidengarne, Chemiefasern und -fäden. Der T. gibt das Gewicht von 450 m in Denier (1 den = 0,05 g) oder von 9000 m in g an.

Tl, chem. Zeichen für → Thallium.

Tm, chem. Zeichen für → Thulium.

TME, Abk. für Tausendstel Massen-Einheit, auch mME, $\frac{1}{1000}$ der Masse des Sauerstoffsotops ^{16}O , = 1,659 · 10⁻²⁷ g.

TODD-AO-Verfahren, ein Filmaufnahme- und -wiedergabeverfahren zur Erzeugung eines räuml. Eindrucks. Das Bild wird mit einer halbkugelförm. Linse aufgenommen und auf eine breite, stark gekrümmte Wand durch eine ebensolche Linse projiziert.

Toleranz, der Unterschied zwischen dem größtzulässigen und dem kleinstzulässigen Maß eines Werkstücks. → Passung.

Toleranzdosis, maximale Dosis ionisierender Strahlung, deren Einwirkung auf den Menschen unter Berücksichtigung ihrer gesundheitgefährdenden Wirkung als zulässig angesehen wird. → Strahlenschutz.

Toluidin, Aminotoluol, $C_6H_4(CH_3)(NH_2)$, drei mit dem Anilin homologe organ. Basen, o-, m- und p-T., die bes. zur Herstellung von Farbstoffen verwendet werden.

Toluol, Methylbenzol, $C_6H_5(CH_3)$, findet sich in vielen Erdölen, wird aus Steinkohlenteer durch fraktionierte Destillation des Leichtöls gewonnen, auch aus n-Heptan in einem katalyt. Prozeß unter Abspaltung von Wasserstoff und Ringschluß. Das T. dient z. B. zur Herstellung von Benzaldehyd, Benzoesäure, der Toluidine, des → Trinitrotoluols.

Tom, Kurzwort für → Grammatom.

Tombak, → Messing.

Ton, AUSTRIK: Schall von sinusförmigem Schwingungsverlauf (reiner T.). Von der *Tonfrequenz*, der Frequenz der Schallschwingung, ist die *Tonhöhe*, die der Tonfrequenz korrespondierende Empfindung, zu unterscheiden; große Tonfrequenzen werden als hohe und helle, kleinere als tiefere, dunklere T. empfunden. Als Maß für die Amplitude der Tonschwingung dient die *Schallstärke* (*Tonstärke*), von der die → Lautstärke zu unterscheiden ist.

Ton, *Pelit*, sehr feinkörniges, wasserundurchlässiges, in feuchtem Zustand plastisches Sedimentgestein, das im wesentlichen aus Tonerde-Mineralien, bes. Kaolinit, sowie Quarz besteht, und sich bei der Zersetzung von feldspatrichen Gesteinen bildet; meist grau mit gelblicher, rötlicher, grünlicher oder bläulicher Tönung. Die reinsten Tone werden als *Kaolin* bezeichnet. Ab 550°C verliert T. das in den Kristallen gebundene Wasser; oberhalb 1300° bilden sich harte Silikate. Hierauf beruht die Verwendbarkeit von T. für die Keramikfabrikation.

Tonabnehmer, → Plattenspieler.

Tonband, → Magnettonverfahren.

Tonblende, → Klangfarberegler.

Tonerde, das Aluminiumoxid (→ Aluminium). *T.-Salze*, die Aluminiumsalze. *Essigsäure T.*, → Essigsäure.

Tonfrequenzen, die Frequenzen der hörbaren akustischen Schwingungen im Bereich von 16 bis 20000 Hz.

Tonkamera, Apparat zur Aufzeichnung von Mikrofonströmen bei der Herstellung von Tonfilmen, → Filmtchnik.

Tonne, 1) Abk. t, als metr. Gewicht 1000 kg. Nichtmetr. (engl. T.) → Maß, ÜBERSICHT.

2) ein schwimmendes Seezeichen (*Boje*).

Tonsäule, → Lautsprecher.

Tonung, PHOTOGRAPHIE: Verfahren zur Erhöhung der Haltbarkeit oder Veränderung des Farbtons von Entwicklungspapieren durch Einwirkung

von Ferrozyankalium (Bleichbad) und Schwermetallsalzen (*Kupfer-, Eisen-, Uran-, Platin-T.* u. a.) oder durch Überführen des metall. Silbers in Silber-sulfid oder -selenid (*Schwefel-T., Selen-T.*).

Topas, rhombisches Mineral, $Al_2SiO_5F_2$, farblos, gelb oder blaßblau, meist durchsichtig, Härte 8, in Gängen im Granit oder in Seifen. Klare gelbe und blaue T. werden als Edelsteine geschliffen.

Topfkreis, ein Resonanzkreis für elektromagnet. Schwingungen sehr hoher Frequenz. T. sind abgeschirmte Leitungstücke, meist Stücke einer Koaxialleitung, mit starker kapazitiver Belastung. Wegen des Fehlens von Strahlungs- und dielektrischen Verlusten lassen sich hohe Güte- und Resonanzschärfe-Werte erzielen, so daß T. vor allem für Filter, Wellenmesser und frequenzkonstante Oszillatoren geeignet sind.

Topochemie befaßt sich mit Reaktionen, bei denen die Eigenschaften der festen Reaktionsprodukte wesentlich dadurch bestimmt sind, daß die Umsetzung an einem festen Stoff erfolgt.

Topologie, die Lehre von denjenigen Eigenschaften der Kurven, Flächen und allgemeinen Punktmengen, die bei stetigen Abbildungen erhalten bleiben, z. B. die Dimension oder der Zusammenhang. Die kombinatorische T. approximiert die Kurven durch aus nur endlich vielen Strecken bestehende Polygone und wendet dann die Methoden der Kombinatorik und der Gruppentheorie (→ Gruppe) an. Die analytische T. arbeitet mit dem Begriff der Umgebung eines Punktes und hängt dadurch eng mit der Theorie der reellen Funktionen und der Infinitesimalrechnung zusammen.

G. NÖBELING: Grundlagen der analyt. T. (1954); W. LIETZMANN: Anschauliche T. (1955).

Torf, unter Ausschluss von Sauerstoff bakteriell oder enzymatisch zersetzte kohlenstoffreiche Reste von Grasarten, Sumpfpflanzen, Moosen; findet sich in *Torfmooren* mit einer Mächtigkeit von 2–5 (selten 10) m. Die ältesten Lager sind etwa 25 000 Jahre alt. T. enthält noch freie, nicht inkrustierte Zellulose und über 75 % Wasser. Er wird mit dem Spaten gestochen (*Stichtorf*) oder maschinell (*Steintorf, Breitort*) gewonnen, bis zu einem Wassergehalt von 25–30 % luftgetrocknet und in Form von *Torfsoden* oder *Torfbriketts* als Brennstoff (Heizwert 3500–4000 kcal/kg) benutzt. Weiter dient T. als Streu- und Verpackungsmaterial (*Torfmüll*), Desinfektionsstoff, Düngemittel.

Die *Torfvergäsung* spielt in brennstoffarmen Ländern bei der Fern- und Industriegaserzeugung eine Rolle. *Torfgas*, in der Zusammensetzung zwischen dem Holzgas und dem Braunkohlenschwefelgas stehend, fällt auch bei der *Torfschwelung* zwischen 550 und 600 °C neben Torfkoks und Torfteer an. *Torfkoks* wird für metallurg. Zwecke an Stelle von Holzkohle oder nach Aktivierung mit Wasserdampf als Aktivkohle (*Supra Norit*) eingesetzt, auch als Generatorbrennstoff für Fahrzeuge. Der stark saure *Torfteer* ergibt destilliert und schwach raffiniert einen brauchbaren Treibstoff.

Torfplatten sind aus aufbereitetem und imprägniertem Torf unter hohem Druck hergestellte Dämmplatten (→ Dämmstoffe); sie sind leicht, wasserabstoßend, haben gute Dämmleistung.

torische Linsen, asphärische Linsen, wichtig vor allem für die → Brille.

Torkretverfahren, → Beton.

Tornado, → Trombe.

Torpedo, zigarrenförmiges 1200–1600 kg schweres Unterwassergeschöß mit eigener Antriebsanlage und selbsttätigen Apparat für Gerad- und Tiefenlauf. Im *Kopf* befinden sich etwa 300 kg Sprengladung und die Zündeinrichtung. Zum Abschluß wird der T. aus einem T.-Rohr (früher *Langrohr*) durch Pulver, Druckluft oder Druckkolben ausgestoßen. Durch Einrichtungen am Rohr wird hierbei der Kreisel des Geradlaufapparats durch Druckluft schnell auf höchste Touren gebracht und die Antriebsmaschine, eine aus sternförmig angeordneten Zylindern bestehende Kolbenmaschine oder eine zweistufige Turbine, angelassen. Die

Maschine läuft mit einem Gemisch aus Druckluft von etwa 200 atü und durch brennendes Petroleum verdampftem Wasser; sie treibt über zwei ineinandersteckende, hohle, als Auspuff dienende Wellen zwei zur Verhinderung einer Eigendrehung des T. und einer Kursablenkung gegenläufige Propeller. Die Abgase des laufenden T. verursachen an der Wasseroberfläche eine Blasenbahn. Für U-Boote wurden blasenlose *elektr. T.* mit Akkumulatoren und durch flüss. Ammoniak angetriebene T. entwickelt. Durch gesteuerten Lauf (*Programmsteuerung* mit Kurven- oder Schleifenlauf) und durch *zielsuchende Einrichtungen* (z. B. Ansteuern von Schraubengeräuschen) wurde die Treffsicherheit verbessert, ebenso die Sprengwirkung durch Unterlaufen des Ziels und Zündung durch magnetische, akustische oder Schattenwirkung. Da der T. das Ziel unter Wasser trifft, ist die Sprengwirkung durch die 'Verdämmung' wesentlich verstärkt.

Torr, Maßeinheit des → Druckes.

Torsion, 1) die Windung einer → Raumkurve.

2) MECHANIK: die → Drilling, ein Sonderfall der → Scherung, 3) → Schwingungen, Drehschwingungen.

Torsionswaage, → Drehwaage.

Totalisator, Niederschlagssammler.

totbrennen, CHEM. TECHNOLOGIE: Gips oder (tonigen) Kalk beim Brennen so hoch erhitzen, daß die Reaktionsgeschwindigkeit der Umsetzung mit Wasser beim Abbinden oder Löschen wesentlich erniedrigt wird oder verlorengeht.

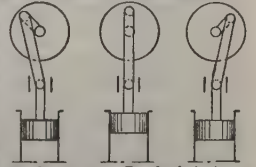
toter Gang, eine unwirksame Bewegung, entsteht durch das Spiel zwischen zwei Maschinenteilen, z. B. zwischen Schraubenspindel und Mutter.

Toter Mann, METALLURGE: nichtgeschmolzene Beschickungssäule im Kern eines Schachtofens.

tote Zone, → Kurzwellen.

Totholz, die zur Vergrößerung des Lateralplans vorhandenen zugeschärften Teile des Schiffskörpers an den Steven.

Totlage, diejenige Lage eines Getriebegliedes, in der dieses durch Richtungswechsel momentan die Geschwindigkeit Null besitzt, z. B. Umkehrlage des Kolbens einer Kolbenmaschine (*Totpunkt*).



Totlage: tote Punkt bei einem Kurbelgetriebe (mittlere Figur)

Totmannkurbel, → Sicherheitsfahrtschaltung.

Totwasser, das Gebiet turbulenter Strömung, bes. hinter einem umströmten Körper bei Ablösung der Strömung.

Trabanten, 1) die → Monde. 2) lichtschwache Nebenlinien starker Spektrallinien. 3) beim → Fernsehen mit Zeilenverfahren die vor und nach jedem Vertikalimpuls mit der doppelten Zeilenfrequenz ausgesandten Ausgleichsimpulse. Sie vermeiden fehlerhaften Zeilensprung im Empfänger.

Trachyt, feinkörniges, hellgraues, junges Ergussgestein mit einem Kieselsäuregehalt um 60 %, entspricht chemisch dem Syenit und enthält natronhaltige Kalifeldspäte (Sanidin) als Einsprenglinge. Verwendung im Straßenbau und als Mühlstein.

Track, GETRIEBELEHRE: Getriebeglieder, die nur Zugkräften Widerstand leisten können: Riemen, Seile, Ketten usw. T. und → Flud sind *bildsame Glieder*, im Gegensatz zu den *starken*.

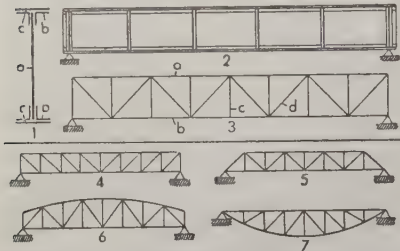
Tracking-Stationen dienen der Beobachtung und Bahnverfolgung der künstl. Satelliten durch visuelle oder photograph. Ortsbestimmung oder die Beobachtung durch Radar. Über die Erde verteilt besteht bereits ein Netz von mehr als 400 Stationen.

Tragant, Pflanzengummi aus *Astragalus*-Arten. T. quillt in Wasser auf und bildet einen trüben, schlüpfrigen Schleim. In 1–2 % iger Lösung dient er als Zusatz zu Appreturen und zu Klebstoffen.

Träger, STATIK: waagrecht über Öffnungen liegender, durch Belastung auf Biegung beanspruchter Bauteil aus Holz, Stahl oder Stahlbeton. T. können

Trägerfrequenz – Trägheitsmoment

als *Vollwand-T.* (→Brücke) oder als *Fachwerk-T.* (→Fachwerk) ausgebildet sein. Vollwand-T. werden bes. im Stahl- und Stahlbetonbau, Fachwerk-T. im Stahl- und Holzbau angewendet. Gerade T. üben auf die Auflager senkrechte Drücke aus, Bogen-T.



Träger: 1 und 2 Aufbau eines Vollwandträgers; a Stieblech, b Winkelisen, c Gurtplatten. 3 Schema eines Fachwerkträgers; a Obergurt, b Untergurt, c und d Füllungsstäbe (c Vertikale, d Diagonale). 4–7 Formen von Fachwerkträgern; 4 Parallelträger, 5 Trapezträger, 6 Halbparabelträger, 7 Fischbauchträger.

geben Schrägkräfte an die Auflager ab. Nach der Form werden unterschieden: Parallel-, Trapez-, Fischbauch-, Linsen-, Rauten-, Parabel-, C-, T-, I-Träger, T. mit fallenden Diagonalen, T. mit fallenden und steigenden Diagonalen, pfostenlose T. Ein Krag-T. kräftigt über die Stützpunkte hinaus. Verschiedene T.-Systeme werden nach ihrem Erfinder genannt, z. B. Pauliträger. Bei Holz-T. werden Steg- und Gurthölzer durch Nagelung, Verleimung oder Dübel verbunden. Der Steg wird aus gekreuzten Brettlagen, Sperrholz, Hartplatten u. a. hergestellt und durch Steghölzer (auch aus gewelltem Material, Wellsteg-T.) gegen Ausknicken gesichert.

T.-Roste sind Systeme von sich rechtwinklig kreuzenden T., die ihre Belastung nach allen Richtungen abtragen.

Trägerfrequenz, Trägerwelle, die von einem Sender ausgesandten hochfrequenten Schwingungen, die als Träger der Nachricht dienen. Die Nachricht moduliert den Träger (→Modulation).

Trägerstromtechnik, Trägerfrequenztechnik, Sondergebiet der elektr. Nachrichtentechnik, ermöglicht die Mehrfachausnutzung eines drahtgebundenen oder drahtlosen Übertragungsweges durch hochfrequente Trägerwellen, die mit den Nachrichten moduliert werden. Im gleichen Frequenzgebiet liegende Nachrichtenbänder werden vor der Übertragung mit Hilfe von →Trägerfrequenzen in höhere, nebeneinanderliegende Frequenzbereiche umgesetzt. Die auf der Sendeseite je Nachrichtenband nötige Einrichtung zur Frequenzumsetzung (meist durch Amplitudenmodulation) besteht aus einem Trägerfrequenzgenerator, einem Modulator und einem →Filter. Ein Ringmodulator (Doppelgegentaktmodulator), dem das zu übertragende Signal und die Trägerfrequenz zugeführt werden, liefert die beiden Seitenbänder ohne Träger; es wird nur ein Seitenband übertragen.

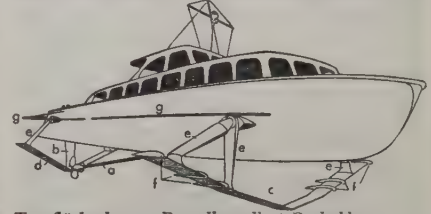
Die Anzahl der gleichzeitig übertragenen Nachrichten hängt ab von der notwendigen Breite der Nachrichtenbänder und von dem zur Verfügung stehenden Frequenzbereich des Übertragungskanal. Dieser ist bei Kabeln verschieden groß:

Leicht bespulte Kabel ... bis	7470 Hz
Sehr leicht bespulte Kabel „	21,5 kHz
Freileitungen	150 kHz
TF-Weitverkehrs-kabel ...	550 kHz
Koaxiale HF-Kabel	4000 kHz

Der Abstand benachbarter Trägerfrequenzen wurde international auf 4 kHz festgelegt. Um mit einer möglichst kleinen Anzahl von Filtertypen auszukommen, führt man bei Vielkanalsystemen die Frequenzumsetzung stufenweise durch: es wird aus je drei Nachrichtenbändern im Kanalsamsetzer eine

Vorgruppe (12 kHz Bandbreite) gebildet; 4 Vorgruppen ergeben eine Grundgruppe (Gesamtbreite 48 kHz). 5 Grundgruppen werden zu einer Übergruppe mit insgesamt 240 kHz Bandbreite zusammengefaßt. Eine Weitverkehrs-kabelleitung mit 12 Sternviererseilen und einem übertragbaren Frequenzbereich von 12 bis 252 kHz, d. h. einer Bandbreite von 240 kHz, ermöglicht somit die Übertragung einer Übergruppe je Adernpaar, d. s. $24 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 = 1440$ Kanäle, über die gleichzeitig gesprochen werden kann. Auf der Empfangsseite werden die verschobenen Nachrichtenbänder wieder durch Filter getrennt, dann durch Zusatz eines örtl. Trägers demoduliert und in die Ausgangslage zurückverlegt. Als Verkehrsart dienen heute fast ausschließlich das Vierdraht-Gleichlageverfahren und das Zweidraht-Getrennlageverfahren. Beim ersten werden Hin- und Rückverkehr über Adernpaare verschiedener Kabel in gleicher Frequenzlage, beim letzten über das gleiche Adernpaar in verschiedenen Frequenzlagen geführt. F. RING: Einführung in die Trägerfrequenztechnik (1955).

Tragflächenboot, ein Motorboottyp, bei dem schmale Tragflächen auf Stielen so an den Bootskörper angebaut sind, daß deren dynamischer Auftrieb den Bootskörper aus dem Wasser hebt und da-



Tragflächenboot: a Propellerwelle, b Ruderblatt, c vorderer Tragflügel, d Hecktragflügel, e Stützelemente, f Schlingerbleche, g Scheuerleisten.

durch hohe Geschwindigkeiten mit relativ kleiner Leistung ermöglicht. T. dienen heute vornehmlich Schnellverkehrszwecken auf geschützten Gewässern.

Tragflügel, Tragdeck, Flugzeug: der Teil, der die Auftriebskräfte aufnimmt und das Schweben des Flugzeugs ermöglicht. Durch den T. wird beim Fliegen eine Kraft senkrecht zur Bewegungsrichtung erzeugt (→Flugzeug). Dreiecksflügel (Deltaflügel) haben günstige Schnelligkeitseigenschaften und lassen geringe Landegeschwindigkeiten zu.

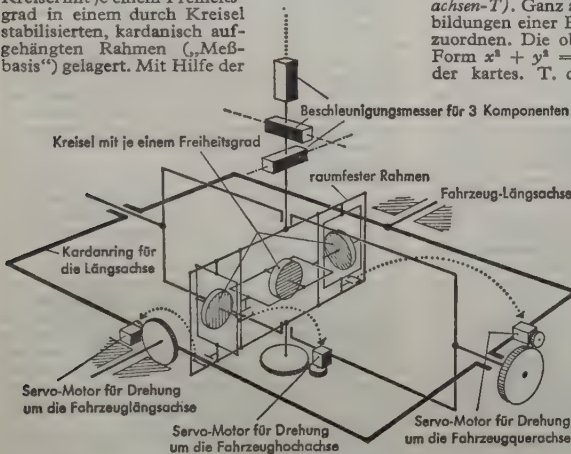
Die T.-Theorie berechnet Auftrieb und induzierten Widerstand eines T. Die zweidimensionale (ebene) T.-Theorie (KUTTA und JOUKOWSKI) behandelt den Fall eines unendlich langen T. mit überall gleichem Querschnitt in wirbelfreier Strömung. Für den dreidimensionalen Fall des endlichen T. stellte L. PRANDTL eine praktisch brauchbare Theorie auf.

Trägheit, Beharrungsvermögen, PHYSIK: die Eigenschaft der →Masse, allgemein jeder Form von Energie, einer Änderung der Geschwindigkeit nach Größe oder Richtung zu widerstehen. In rotierenden Koordinatensystemen ruhende Körper üben infolge ihrer T. auf die Befestigung eine →Zentrifugalkraft aus. Bei in solchen Systemen gleichförmig bewegten Körpern entsteht zusätzlich die zur Bewegungsrichtung senkrechte Corioliskraft (→Coriolis-Beschleunigung). Der von GALILEI andeutungsweise ausgesprochene, von NEWTON formulierte T.-Satz der klass. Mechanik lautet: Jeder Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförm. Bewegung in geradliniger Bahn, solange keine äußeren Kräfte auf ihn wirken. Die allgemeine →Relativitätstheorie ersetzt die geradlinige Bewegung durch die Bewegung auf geradester Bahn (geodät. Linie).

Trägheitsmoment, eine bei der Rotation starrer Körper auftretende Größe, die der Masse bei der Bewegung von Massenpunkten entspricht. Das Produkt aus T. und Winkelbeschleunigung ist gleich dem →Drehmoment. Das T. Θ eines starren Systems von Massenpunkten mit den Massen m_k

ist: $\theta = \sum_k r_k^2$, wo die r_k gleich den senkrechten Abständen der Massenpunkte von der Drehachse sind. Bei kontinuierl. Massenverteilung ist die Summe durch das Integral $\int r^2 dm$ zu ersetzen. Nach dem *Steinerschen Satz* ist das T. θ um eine beliebige Drehachse gleich der Summe des T. um eine zur ersten parallele Achse durch den Massenmittelpunkt θ_s und dem Produkt aus Gesamtmasse M und dem Quadrat des Abstandes s der beiden Achsen: $\theta = \theta_s + Ms^2$.

Trägheitsnavigation, Inertial-Navigation, ein Navigationssystem amerikan. Raketen, bei dem aus der bei der Beschleunigung eines Körpers auftretenden Trägheitskraft ein Meßwert für die Beschleunigung gewonnen wird, aus dem die Geschwindigkeit des Körpers und der zurückgelegte Weg abgeleitet werden können. Die Werte gelten jeweils nur für die Richtung, in der die Trägheitskraft wirkt, so daß für die Navigation im Raum Beschleunigungsmesser für die drei Koordinatenrichtungen mit den zugehörigen Auswertegeräten erforderlich sind. Um die Meßrichtung der Beschleunigungsmesser im Raum konstant zu halten, unabhängig von den Bewegungen des Körpers, werden drei Kreisel mit je einem Freiheitsgrad in einem durch Kreisel stabilisierten, kardanisch aufgehängten Rahmen („Meßbasis“) gelagert. Mit Hilfe der



Trägheitsnavigation

Kreisel werden Drehbewegungen der Meßbasis um die drei Achsen eines räuml. Bezugssystems festgestellt. Verstellantriebe, die von den in der Meßbasis gelagerten Kreisel gesteuert werden, verstellen diese und den Kardanrahmen so, daß die Meßbasis ihre Lage im Raum behält.

Tragfluthalle, eine ohne Gerüst, nur durch Luftüberdruck frei getragene Konstruktion aus gummiertem oder beschichtetem Kunststoffgewebe.

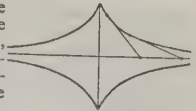
Tragschrauber, ein Flugzeug mit verkürzten Tragflächen, einem Zugpropeller und einer vertikal wirkenden Tragschraube.

Tragwerk, 1) der Teil einer Konstruktion, der die Wirkungen aus ständigen Lasten und Nutzlasten aufnimmt und an die Auflagerpunkte (Pfeiler, Widerlager usw.) weiterleitet. Man unterscheidet nach dem Material: Holz-, Beton-, Stahl-T.; nach der statischen Wirkung: Sprengwerk-, Balken-, Bogen-T. u. a. *Kontinuierliche T.* laufen über 3 und mehr Stützen durch (Durchlaufrahmen, Durchlaufträger). 2) alle Teile eines Flugzeugs, die zur Auftriebserzeugung beitragen, z. B. Tragflügel, Querruder, auch Verspannungen und Streben.

Trajektorie, eine Kurve, die eine gegebene Kurvenschar unter konstantem Winkel (*isogonal*, bei rechtem Winkel *orthogonal*) schneidet.

Traktrix, *Schleppkurve*, eine ebene Kurve, von deren Tangenten eine andere Kurve (Gerade, Kreis u.

dgl.) jedesmal die gleiche Strecke abschneidet. Ist die andere Kurve eine Gerade, so erhält man die *Huygensche T.*, deren Umrehungsfläche um diese Gerade die *pseudosphärische Fläche* ist.



Traktrix

Tran, *Tranöl*, wird aus Walen (*Waltran*) und Haifischspeck, Heringen, Sardinen u. a. (*Fischtran*) gewonnen und in der Leder- und Textilindustrie sowie gehärtet als Margarinerohstoff verwendet. Ein Abfallprodukt ist das *Prutt*, das als Wagenschmiere dient. → Lebertran.

Tränengas, *B-Stoff*, chem. *Bromazeton*, CH_3CO-CH_2Br , stark augenreizender Gaskampfstoff.

Transduktor, eine → Drossel, deren Eisenkern durch einen in besonderer Wicklung fließenden Gleichstrom vormagnetisiert ist.

Transformation, Umformung eines mathemat. Ausdrucks durch Einführung neuer Veränderlicher. Z. B. läßt sich die allgemeine Kegelschnitt-Gleichung $rx^2 + sy^2 + txy + ux + vy + w = 0$ auf die Form $x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$ transformieren, in der die Hauptachsen des Kegelschnitts mit den Achsen des kartes. Koordinatensystems zusammenfallen (*Hauptachsen-T.*). Ganz allgemein kann man den T. → Abbildungen einer Ebene oder eines Raumes auf sich zuordnen. Die obige Gleichung läßt sich auf die Form $x^2 + y^2 = 1$ bringen, wenn man sich statt der kartes. T. der *affinen T.* bedient, die den

affinen Abbildungen entsprechen. Die affinen T. sind ein Sonderfall der *linearen T.*, die sich durch Systeme linearer Gleichungen beschreiben lassen. Z. B. beschreibt das Gleichungssystem

$$a_{11}x + a_{12}y + a_{13}z = x'$$

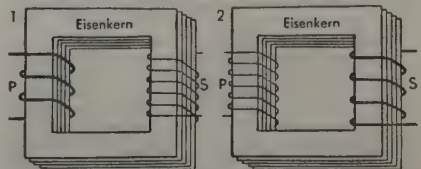
$$a_{21}x + a_{22}y + a_{23}z = y'$$

$$a_{31}x + a_{32}y + a_{33}z = z'$$

eine *homogene lineare T.*; ihr entspricht eine Abbildung, die den Nullpunkt unverändert läßt. Die Matrizen aus den Koeffizienten solcher T. sind wichtige Hilfsmittel zur algebraischen Behandlung der linearen T. Z. B. bilden die linearen T. → Gruppen, wobei der Multiplikation zweier T. die Multiplikation ihrer Koeffizientenmatrizen entspricht.

Galilei-T., *Lorentz-T.*, → Relativitätstheorie.

Transformator, *Umspanner*, ein Gerät zur Umwandlung einer elektr. Wechselspannung in eine andere Wechselspannung gleicher Frequenz. WIRKUNGSWEISE: Auf einem Eisenkern sind zwei oder mehr Wicklungen aus isoliertem Kupferdraht aufgebracht. Legt man die eine Wicklung (Primärwicklung) an eine Wechselspannung, so erhält man durch → Induktion in den Windungen der Sekundärwicklungen an deren Enden eine entsprechend übersetzte Wechselspannung. Das Übersetzungsverhältnis hängt direkt von dem Verhältnis der Drahtwindungen der Primär- und Sekundärwicklung ab. Bei Herabtransformation können daher



Transformator (Schema): 1 zum Herauftransformieren, 2 zum Herabtransformieren einer Wechselspannung (P Primär-, S Sekundärwicklung).

sehr große Ströme bei kleinen Spannungen, bei Herausführung transformation sehr hohe Spannungen bei kleinen Strömen entnommen werden. Die T.-Größe reicht von Klein-T. mit weniger als 1 W Leistung bis zu Groß-T. von 350 MW, die meist betriebsfertig befördert werden (*Wander-T.*, TAFEL Elektr. Maschinen). Die Windungszahl wird so gewählt, daß bei der zugeführten oder entnommenen Spannung die Kerninduktion um etwa 12000 Gauß liegt.

ARTEN. Man unterscheidet Kern- und Mantel-T. Beim *Kern-T.* sind auf den beiden Schenkeln des Eisenkerns Wicklungen untergebracht, beim *Mantel-T.* alle Wicklungen auf einem mittleren Schenkel neben- oder übereinander. Sie werden dann durch zwei Außenschlenkel mantelartig umgeben. Der *Drehstrom-Kern-T.* besitzt drei Schenkel, von denen jeder mit einer Primär- und einer Sekundärwicklung für eine Phase versehen ist. Nach der Kühlungsart unterscheidet man *Trocken-T.* mit Luftkühlung und *Öl-T.* mit Ölkühlung. *Trocken-T.* sind nur bei geringen Leistungen anwendbar. *Öl-T.* ruhen in einem Gehäuse mit Öl, das die bei großen Leistungen beträchtliche Verlustwärme ableitet.

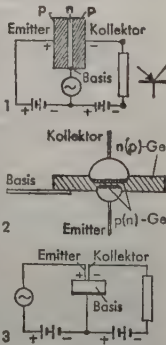
VERWENDUNG. T. werden hauptsächlich in der Stromversorgung verwendet; ferner beim elektr. Schweißen (*Schweiß-T.*), bei elektr. Schmelzöfen (*Ofen-T.*), bei Rundfunkempfängern zum Erzeugen der Heiz- und Anodenspannungen (*Netz-T.*), für Klingelanlagen (*Klingel-T.*), als Spannungs- und Stromwandler für Meßzwecke (*Meß-T.*), zum Prüfen von Isolatoren (*Prüf-T.*) u. a. Diese T. sind speziell für eine Frequenz, die Netzfrequenz (meist 50 Hz), in Verwendung. Dagegen übertragen z. B. Niederfrequenz-T. (→ Übertrager) und Anpassungs-T. für Lautsprecher das gesamte Tonfrequenzband, Breitbandübertrager breite hochfrequente Bänder usw.

R. RICHTER: Elektrische Maschinen, Bd. 3 (*1963); A. ROTH: Hochspannungstechnik (*1959).

Transformatoröle, gut raffinierte Mineralöle mittlerer Viskosität, die als Isolationsmittel in Transformatoren, Hochspannungsschaltern, Kondensatoren, Hohlkabeln verwendet werden. Im allgemeinen gelten heute *naphthenbasische Öle* als günstig.

Mineralöle und verwandte Produkte, hg. v. C. ZERBE (1952).

Transistor, ein Halbleiter-Verstärker mit mindestens 3 Elektroden, der wie eine → Elektronenröhre wirkt. Als Halbleiter dient ein Einkristall, meist Germanium (*Ge*) oder Silizium (*Si*), der mindestens 2 Zonen verschiedener Leitfähigkeit enthält. Beim *Flächen-T.* bestehen entweder die beiden äußeren Zonen (*Emitter* und *Kollektor*) aus *p-Ge* und die mittlere (*Basis*) aus *n-Ge* (*pnp-T.*) oder umgekehrt (*npn-T.*). *p-Ge* enthält geringe Mengen Gallium oder Indium; es leitet den Strom hauptsächlich mit Hilfe von Defektelektronen (→ Halbleiter); *n-Ge* enthält geringe Mengen von Arsen oder Antimon und leitet den Strom hauptsächlich durch Leitungselektronen. Die Grenzfläche zwischen *n-Ge* und *p-Ge* zeigt Gleichrichterwirkung; legt man eine äußere Spannung mit dem Minuspol an die *n*-Seite und dem Pluspol an die *p*-Seite der Grenze, so fließt ein hoher Flußstrom, bei umgekehrter Polung nur ein sehr geringer Sperrstrom. Legt man an den Emitter eines *pnp-T.* eine positive und an den Kollektor eine negative Vorspannung gegen die Basis, so stellt der T. ein System zweier gegeneinander geschalteter Gleichrichter dar, von denen der eine (*Basis-Emitter*) in Flußrichtung, der andere (*Basis-Kollektor*) in Sperr-



Transistor: 1 Schalt-schemata und Schalt-schemata eines Flächen-T., 2 Schnitt durch einen Flächen-T., 3 Schalt-schemata eines Spitzen-T.

richtung betrieben wird. Eine an den „Eingang“ Basis-Emitter gelegte schwache Wechselfrequenz ruft in diesem Kreis einen in ihrem Rhythmus schwankenden Defektelektronenstrom hervor, der den hohen Sperrwiderstand an der Basis-Kollektor-Grenze („Ausgang“) durchdringt, weil der negativ vorgespannte Kollektor die Defektelektronen anzieht, und der Defektelektronenstrom zum Sperrstrom hinzukommt. Geringe Spannungsänderungen am Emitter führen dabei zu hohen Spannungsänderungen am Kollektor.

Um mit Flächen-T. auch höhere Frequenzen verstärken zu können, werden verschiedene Mittel angewandt. Beim *Drift-T.* wird die Elektronenlaufzeit dadurch verkürzt, daß die Störstellendichte vom Emitter zum Kollektor stetig abnimmt; dies bewirkt eine Beschleunigung der Ladungsträger. Beim *Legierungs-T.* wird durch tiefes Eindringen des Legierungsmetalls die Dicke der Basiszone und damit die Laufzeit der Elektronen so vermindert, daß hohe Frequenzen verstärkt werden können. Beim *diffused-base-T.* wird die Basisdicke dadurch vermindert, daß in den Kollektor, der den Grundkörper bildet, Störstellen eindiffundieren. Wird in diese Basiszone der Emitter einlegiert, erhält man den *Mesa-T.* Wird außer der Basiszone auch die Emitterzone durch Diffusion hergestellt, erhält man den *Planar-T.* Der *Epitaxial-T.* ist ein *diffused-base-T.*, bei dem auf ein hochdotiertes (niederohmiges) Kollektorplättchen eine einkristalline Schicht von gering dotiertem Silizium aufgewachsen ist. Der *Unipolar-(Feldeffekt)-T.* hat nur einen pn-Übergang und arbeitet mit nur einer Art von Ladungsträgern. Eine Ausführungsform ist das *Tecnetron*.

Der Flächen-T. hat den *Spitzen-T.*, bei dem Emitter- und Kollektoran-schluss aus zwei dicht nebeneinander auf die Kristall-Oberfläche aufgesetzten Drahtspitzen bestehen, praktisch ganz verdrängt. Beim *Photo-T.* werden die Steuersignale im Emitter durch den Photoeffekt ausgelöst. Er wird bei opt. Signaleinrichtungen verwendet.

Der T. hat wegen des Fortfalls der Heizleistung von Elektronenröhren und wegen der niedrigen Betriebsspannung Bedeutung für Verstärker, bei denen die Wärmeentwicklung gering sein soll (Fernsprecheverstärker, Rechenmaschinen) und für tragbare Verstärker (Schwerhörigengeräte, tragbare Funkgeräte).

H. G. MENDEL: Leitfaden der Transistortechnik (*1962); J. DOSSÉ: Der T. (*1962).

transitiv heißt eine Beziehung *R*, wenn aus *xRy* und *yRx* stets *xRx* folgt.

Transitron, eine Schaltung der Impulstechnik mit einer Pentode, deren Bremsgitter als Steuergitter wirkt. Kennzeichnend für das T. ist, daß (infolge einer Stromverteilung) eine dem Bremsgitter zugeführte Potentialänderung in verstärkter Form ohne Phasenumkehrung am Schirmgitter auftritt. Durch Rückkopplung des Schirmgitters auf das Bremsgitter wirkt das T. als Einröhren-Multivibrator.

Translation, MATHEMATIK und MECHANIK: geradlinig im Raume fortschreitende Bewegung.

Translationsgitter, → Kristall.

Transmissionsgrad, Durchlässigkeitsgrad, Anteil des von einer lichtdurchlässigen Schicht durchgelassenen Lichtstroms oder (außerhalb des sichtbaren Spektralgebietes) Strahlungsflusses.

Transparentfolien, durchsichtige, hautartige Produkte aus Zellulose, Gelatine, Polyvinylchlorid, Polystyrol u. a. für Filme, Verpackungen.

Transpondersystem, ein Funkortungsverfahren, bei dem die vom Bordsender ausgestrahlten Impulse von einer Bodenstation empfangen und wieder gesendet werden. Die Laufzeit der Impulse ist der Entfernung proportional.

Transurane, radioaktive chem. Elemente mit einer höheren Ordnungszahl (Kernladungszahl) als der des Urans (92), künstlich gewonnen durch Beschießen der Kerne von Elementen hoher Ordnungszahl mit Neutronen, Protonen, Deuteronen, α-Teilchen oder hochbeschleunigten Bor-, Kohlenstoff-

TRANSURANE (Stand 1963)

Element	Ordnungs- zahl	chem. Zeichen	Isotope	Massen- zahl	Halbwertszeit des längstlebigen Isotops	Zerfallsart
Neptunium	93	Np	10	237	2,2 · 10 ⁶ Jahre	Alpha
Plutonium	94	Pu	15	244	7,6 · 10 ⁷ Jahre	Alpha
Americium	95	Am	10	243	7950 Jahre	Alpha
Curium	96	Cm	13	247	> 4 · 10 ⁷ Jahre	Alpha
Berkelium	97	Bk	8	247	10 ⁴ Jahre	Alpha
Kalifornium	98	Cf	11	251	800 Jahre	Alpha
Einsteinium	99	Es	11	254	480 Tage	Alpha
Fermium	100	Fm	8	253	4,5 Tage	K-Einfang
Mendelevium ..	101	Mv	2	256	1,5 Std.	K-Einfang
Nobelium	102	No	1	254	3 Sek.	Alpha
Lawrencium ...	103	Lw	1	257	8 Sek.	Alpha

und Stickstoffkernen. Diese Teilchen werden von den Kernen eingegliedert; gleichzeitig ergänzt sich die Elektronenhulle der neu entstandenen Atome durch Einfang vagabundierender Elektronen. In wägbaren Mengen sind diejenigen Isotope der T. darstellbar, die sich im starken Neutronenstrom der Kernreaktoren bilden; zu ihnen gehoren Neptunium, Plutonium, Americium und Curium. An Stelle der Atomgewichte gibt man bei den T. die Massenzahl des jeweils längstlebigen Isotops an. Man trennt die T. voneinander, indem man die Tatsache ausnutzt, daß mit steigender Ordnungszahl die niederen Oxydationsstufen beständiger werden.

transversal, quer verlaufend (bes. von → Wellen).

transzendent heißt eine → Funktion, die keiner algebraischen Gleichung genügt. *Transzendente Gleichungen* erhält man durch Nullsetzen t. Funktionen. *Transzendente Zahlen* lassen sich nicht als Wurzeln algebraischer Gleichungen darstellen.

Trapez, ein Viereck mit zwei parallelen, aber ungleich langen Seiten.

Traß, grauer, gelber bis brauner trachyt. Tuff, wird zu *Traumrtel* gemahlen, bei genügender Festigkeit auch direkt als Baustein verwendet.

Traubenkernöl, extrahiert und raffiniert ein Speiseöl, unraffiniert ein Öl zur Seifenherstellung.

Traubenzucker, *Dextrose*, *d-Glukose*, eine in der Natur sehr verbreitete Zuckerart. Sie findet sich, meist von Fruchtzucker begleitet, in allen süßen Früchten, im Honig, in Samen, Wurzeln, Blättern; die Trockensubstanz des Harns von Zuckerkranken enthält bis zu 10 %. Durch Hefe wird T. zu Kohlendioxid und Alkohol vergoren. Fehlingsche Lösung wird unter Abscheidung von rotem Kupfer(II)-oxid, Cu_2O , entfärbt (Zuckerbestimmung im Harn). Durch Reduktion mit Natriumamalgam entsteht aus T. Sorbit, daneben Mannit; durch Oxydation Zuckersäure und Oxalsäure.

Der T. wird technisch durch Hydrolyse der wäßrigen Lösungen von Kartoffel- oder Maisstärke mittels verdünnter Säuren unter Druck dargestellt. Verwendung findet er zum Gallisieren und Ptiotisieren des Weins, in der Bonbonfabrikation und zur Herstellung von Zuckercouleur. Stärkesirup aus T. mit Dextrin wird in der Bierbrauerei und Branntweinbrennerei benutzt, Dextrinsirup in der Most- und Tabakfabrikation, zur Herstellung von Frucht- und eingemachten Früchten. Reiner T. ist ein Stärkungsmittel (400 kcal/100 g).

Traverse, 1) Querstück, z. B. an einem Mast, an dem die Freileitungen befestigt sind. 2) bahnartige Querbauten zwischen Leitwerk und altem Ufer.

Travertin, heller, auch rötlicher oder schwarzer poröser Kalktuff, als Baustein verwendet.

Treffertheorie, die Zurückführung gewisser biologischer Strahlenwirkungen, insbes. Mutationen, auf atomphysikalische Primrvorgnge.

Treibarbeit, das Herstellen oder Verziern von Gegenständen aus Metallblech durch Bearbeiten mit Hammer und Punze im kalten Zustand. Knst-

lerische T. aus Edelmetall wird über dem nachgiebigen *Treibpfech*, einer Mischung von Pech und Ziegelmehl, mit *Treibpunzen* ausgeführt.

Treibscheibe, kreisrunde, mit der Fördermaschine (Windwerk) verbundene Scheibe, über die die Förderseile laufen.

Treibschraube, eine Luftschraube, die einen Luftstrom nach rückwärts beschleunigt und daher das zu ihr gehörende Luftfahrzeug nach vorn treibt.

Treibsitz, → Passung.

Treibstange, 1) die Kuppelstange bei → Lokomotiven. 2) → Pleuelstange.

Treibstoffe, alle Brennstoffe, deren freie Verbrennungsenergie bei der Reaktion mit Sauerstoff oder Sauerstofftrgern (Peroxiden, Nitroverbindungen) im Verbrennungsraum des Motors in mechan. Arbeit umgesetzt wird. *Gasförmige T.* sind Treibgas, Flüssiggas, *flüssige Benzin*, Benzol, Alkohole, Dieselmotorkraftstoff, Petroleum, Hydrazin, *feste* Kohlenstaub und Magnesium.

Verbrennungs- oder Ottokraftstoffe (VK) setzen sich zusammen aus Gemischen der bis etwa 200 °C siedenden Bestandteile von Erdöl, Spalt-, Hydrier-, Reformier-, Polymer-Benzinen des gleichen Siedebereiches und wahlweise Motorenbenzol (Benzol, Toluol, Xylol), Methanol, thanol sowie Zusätzen (Bleitetrthyl, Monomethylanilin) als ‚Klopfbremsen‘ und schließlich organ. Phosphorverbindungen, z. B. Trikresylphosphat, als Gegenmittel gegen Rckstandbildungen an den Kerzen. *Reinkraftstoffe* enthalten daneben noch Zusätze wie Azeton, Äther, Nitrobenzol. Bewertet werden die VK vor allem nach ihrer Eignung, rasch, gleichmäßig und vollständig im Zylinder zu verbrennen, → Klopfen, → Oktanzahl. *Petroleum* dient als T. bes. für Verbrennungsmotoren von Traktoren, kleineren Wasserfahrzeugen, kleinen Kraftstationen.

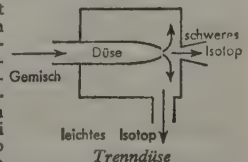
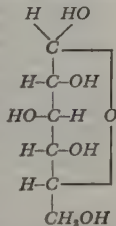
Dieselmotorkraftstoffe (DK) sind in erster Linie Erdölfractionen im Siedebereich von 200–370 °C; daneben werden asphaltreiche Rhle, Mischungen von Kohleextrakten oder Kohlenstaub mit Rhl, sowie pflanzliche fette Öle verwendet. Die Zündwilligkeit der DK drückt die → Cetanzahl aus. Als Zndbeschleuniger dienen organ. Nitrate und Nitrite.

Als *Turbinen-T.* werden schwere T. der Petroleum- und Gaslfractionen verwendet. Für *Dsenkraftstoffe* werden große Flüchtigkeit und hohes Wasserstoff-Kohlenstoff-Verhältnis ähnlich wie für Dieselmotorkraftstoffe gefordert. *Raketen-T.*, → Rakete. Mineralöle u. verwandte Produkte, hg. v. C. ZERBE (1952); F. SPAUSTA: Treibstoffe für Verbrennungsmotoren, 2 Bde. (*1953).

Trenndüse, Gerät

zur Trennung von Isotopen durch Ausnutzung der Druckdiffusion. Das gasförmige Isotopengemisch strömt durch eine Düse aus, wobei das leichtere Isotop schneller als dem Gasstrahl diffundiert als das schwerere (BILD).

Trennrohr, Gerät zur Trennung von Gasen verschiedenen Atom- oder Molekulargewichtes; beruht



Trennschärfe – Tripelpunkt

auf der Entmischung zweier Gase oder Flüssigkeiten in einem Temperaturgefälle, der Art, daß der schwerere Bestandteil bei der tieferen Temperatur, der leichtere bei der höheren Temperatur angereichert wird (→ Thermoeffusion). Das T. besteht aus einem vertikalen, gekühlten Rohr von 2 bis 5 cm Durchmesser und bis 36 m Länge, in dem axial ein elektrisch heizbarer Draht gespannt ist. Der an sich kleine Trenneffekt wird durch eine vom Temperaturgefälle unterhaltene Gasströmung, innen aufwärts, außen abwärts, stark vervielfacht. Das T. ist wichtig für die Isotopentrennung.

Trennschärfe, Selektivität, Eigenschaft eines Empfängers, den gewünschten Sender so gut von den frequenzmäßig benachbarten Sendern zu trennen, daß diese nicht gehört werden. Die T. ist um so besser, je mehr Schwingungskreise ein Empfänger hat. Auch eine Rückkopplung dient diesem Zweck. Zur Vereinigung einer guten T. mit einer guten Wiedergabe verwendet man *Bandfilter* (→ Band 4).

Trennschleuder, die → Zentrifuge.

Trennwiderstand, Kohäsionswiderstand, Widerstand der atomaren Bindung gegen Trennung durch äußere Zugkräfte (→ Kohäsion). **Trennfestigkeit** ist der auf den Querschnitt bezogene T.

Trentverfahren, ein Verfahren zur Herstellung eines Kohle-Öl-Gemenges, das unter Kesseln verfeuert wird. Der feingemahlene Rohkohl wird Öl in Mengen bis zu 50% innig beigemischt. Kohle und Öl bilden eine Art Paste; aschehaltige Bestandteile (Berge) werden ausgeschieden.

Treppe, Stiege, Stige, gliedert eine schiefe Ebene in senkrechte Steigungen und waagerechte Auftritte der Stufen; günstiges Steigungsverhältnis: 2 Steigungen + 1 Auftritt = 60 bis 66 cm (meist 63 cm). Die erste Stufe heißt *Antritt*, die letzte *Austritt*, eine Stufenreihe *Lauf* oder *Arm*.

Frei-T. und **Außen-T.** liegen außerhalb der Hausmauern; **innere T.** sind Hauptgeschoß-T. im T.-Haus sowie Neben-T. (Keller- und Boden-T.). **Wendel-T.** werden mit Mittelsäule als *Spindel-T.* oder mit gewundener innerer Wange als *Hohl-T.* ausgeführt. → *Fahrtreppe*.

Tresor, → *Stahlkammer*.

Triangulation, Dreiecksaufnahme, die Winkelmessungen von → *Festpunkten* aus zur Berechnung der geograph. Länge und Breite oder zur Ausmessung der Erdoberfläche, → *Geodäsie*.

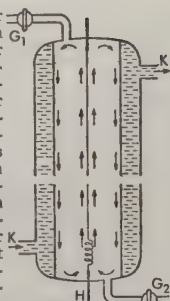
Trias, → *Erdgeschichte*.

Triäthanolamin, $N(CH_2CH_2OH)_3$, eine starke organ. Base, dient bes. zur Herstellung von Seifen mit einer ausgezeichneten emulgierenden Wirkung für Öle.

Trichloräthylen, *Tri*, $HCIC = CCl_2$, nicht brennbares techn. Lösungsmittel für Fette, Öle, Harze usw.

Trickfilm, → *Filmtechnik*.

Trieb, bei *Uhren die im Uhrwerk vorkommenden Zahnräder mit wenig Zähnen (meist 6 bis 12).*



Trennrohr (schematisch); G₁, G₂ Gaszuführung und -entnahme nach der Thermoeffusion (1 = leichte, 2 = schwere Komponente), H elektr. geheizter Draht, K Kühlwasser.

Triebwagen, Schienenfahrzeug mit eigener Antriebsmaschine. **Elektrische T.** werden durch Elektromotoren angetrieben. Bei Stromzuführung von außen wird eine Oberleitung oder eine Stromschiene verwendet; die Stromart ist Gleichstrom von 600 bis 1000 V oder, bei Fernbahnen, Einphasenwechselstrom von 16⅓ oder 50 Hz bis zu 15000 V. Höchstgeschwindigkeit bis zu 160 km/h (*Schnell-T.*). *Speicher-T.* fahren mit eigener Stromquelle (Gleichstrom bis 400 V). Der Fahrbereich mit einer Batterieladung beträgt bis zu 300 km, die Geschwindigkeit bis zu 90 km/h.

Diesel-T. werden mit Dieselmotoren angetrieben; zur Kraftübertragung dienen Zahnradgetriebe (selten), Flüssigkeitsgetriebe oder elektr. Antrieb mit Generator und Motor; die Schaltung wird elektrisch betätigt. Die drei- und vierteiligen Triebzüge mit Motoren bis 1000 PS erreichen 160 km/h. *Gliedertriebzüge* bestehen aus mehreren kurzen Wagenkästen, die mit je zwei Enden gemeinsam auf einem Jakobsdrehgestell lagern oder (wie beim *Talgozug*) am Ende ein einseitiges Drehgestell haben und mit dem anderen Ende auf dem Drehgestell des Nachbarwagens aufliegen. – Der → *Schienenomnibus* wird auch umsetzbar für Schiene und Straße (*Straßen-Schienenomnibus*) gebaut.

Trieur, → *Auslesemaschine*.

Triftröhre, eine → *Lauffeldröhre*, bes. als → *Klystron* viel verwendet.

Trigger, elektr. oder elektron. Schaltkreis zum Anstoßen eines Vorgangs, insbes. → *Flipflop*; auch die Zündvorrichtung der Wasserstoffbombe.

Trigonometrie, die Berechnung der Seiten, der Winkel und des Inhalts eines Dreiecks aus drei gegebenen Stücken. *Sphärische T.*, → *Kugel*. Zur Berechnung dienen Winkelfunktionen.

Trikot, 1) Kettenwirkware in Trikotlegung für Unterwäsche; 2) elastischer Wollstoff in Trikotbindung (Längs- oder Quer-T.).

trimmen, 1) die Schwimmlage eines Schiffes in der Längsrichtung ändern, durch Verteilung der Ladung oder des festen Ballasts (Sand, Eisenbarren) oder durch Füllen und Lenzen der *Trimm-Tanks*. Kohlen werden aus den Bunkern vor die Kessel getrimmt. 2) **REAKTORTECHNIK**: kleine Abweichungen des Reaktors vom kritischen Zustand ausgleichen, z. B. durch neutronenabsorbierende *Trimmsäbe*.

Trinitrotoluol, TNT, *Tolit*, *Tolita*, *Tritit*, *Tri*, *Trotyl*, $C_6H_2(NO_2)_3$, militär. Sprengstoff; bildet feine gelbl. Kristalle. T. und seine Zwischenprodukte, bes. das flüssige *Dinitrotoluol* (*Tropf-öl*), dienen auch als Zusatz zu gewerb. Sprengstoffen.

Trinkwasseraufbereitung, → *Wasserreinigung*.

Tripel, Mineral, → *Kieselgur*.

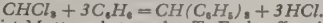
Tripelpunkt, die Temperatur, bei der drei Phasen eines chemisch einheitl. Stoffes miteinander im



Triebwagen: 1 Akkumulatoren-Triebwagen; a Laufdrehgestell, b Triebdrehgestell, c Batterien, d Schaltungsgeräte, e Fahrmotoren. 2 Oberleitungs-Triebwagen; a Triebdrehgestell, b Laufdrehgestell, c Transformator, d Schaltungsgeräte, e Fahrmotoren, f Stromabnehmer. 3 Diesel-Triebwagenzug; a Motor, b Getriebe, c Lichtanlaßmaschine, d Auspuffschacht, e Kühler, f Kraftstoffbehälter.

Gleichgewicht stehen. Der T. des Wassers ist 0,0100°C bei 4,58 Torr.

Triphenylmethan, $\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$, ein kristallisierter Kohlenwasserstoff, am leichtesten darstellbar durch Erhitzen von Chloroform mit Benzol bei Gegenwart von Aluminiumchlorid:



T. ist Muttersubstanz der T.-Farbstoffe, wie Malachitgrün, Pararosanilin, Fuchsin und Parafuchsin.

Tritium, **Triterium**, T, radioaktives Isotop des Wasserstoffs mit der Massenzahl 3, kommt in der Natur nicht vor, hat Bedeutung bei der Gewinnung von Energie aus Wasserstoff (Wasserstoffbombe), verwandelt sich in das Helium-Isotop ^3He .

Triton, der instabile Kern des $\rightarrow$ Tritiums, Halbwertszeit 12,5 Jahre, besteht aus einem Proton und zwei Neutronen.

Trochoide, eine gestreckte (verkürzte) oder eine verschlungene (verlängerte) $\rightarrow$ zyklische Kurve.

Trockenel, **Eipulver**, wird hergestellt durch Versprühen der Eier in erhitzter Luft oder durch Trocknen bei 40–45°C und anschließendes Mahlen.

Trockeneis, $\rightarrow$ Kohlensäure 2).

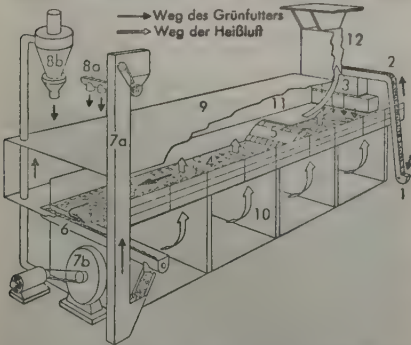
Trockenelemente, $\rightarrow$ galvanische Elemente.

Trockenmilch, **Milchpulver**, wird hergestellt auf von innen geheizten sich drehenden Blechtrömmeln, auf die die vorher eingedampfte Milch aufspritzt (Walzenmilch) oder durch Versprühen in heißer Luft (Sprühmilch).

Trockenstoffe, **Sikkative**, verkürzen die Trockenzzeit von trocknenden und halbtrocknenden Ölen. Wirksame Bestandteile sind metallorgan. Verbindungen, die entweder fertig zugesetzt werden oder beim „Kochen“ des Firnisses entstehen. Auch Lösungen von T. in Leinöl heißen **Sikkative**.

Trocknung soll die Stoffe haltbar machen oder in einen für Transport und Weiterverarbeitung geeigneten Zustand bringen. Sie erfolgt durch VERDUNSTUNG UNTER AUSNUTZUNG DER SONNENWÄRME (Luft-T.), z. B. bei der übl. Heugewinnung, dem Trocknen von Holz auf Lagerplätzen usw., oder durch VERDUNSTUNG UNTER WÄRMEZUFÜHR. Beim direkten T.-Verfahren wird das Trockengut unmittelbar den heißen Feuergeräten von 900–1000°C ausgesetzt, beim indirekten Verfahren (für empfindl. Trockengut) wird mit durch Wärmeaustauscher erhitzter Luft, Wasser od. dgl. getrocknet.

Der einfachste Trockenapparat ist die Herdärde aus übereinandergesetzten Horden. Für ununterbrochenen Betrieb eignen sich **Trommeltrockner**, die das Trockengut intensiv mit den Heizgasen in Berührung bringen, **Schnelllauf-Trockner**, bei denen die heißen Gase nur kurz auf das Trockengut einwirken, ferner **Tellertrockner**, **Schachttrockner**, **Band-trockner**, **Ring-Etagentrockner**, **Schubwendeltrockner**,



Trocknung: Schubwendeltrockner. 1 Naßgutaufgabe, 2 Naßgutförderer, 3 Dosiereinrichtung, 4 Siebböden, 5 Schubwender, 6 Trockengutschnecke, 7a Trockengutelevator, 7b Mühle, 8a Absackschnecke, 8b Zyklon mit Absackung, 9 Lagerraum, 10 Heißluftkammern, 11 Trockneraum, 12 Dunschlott.

Zerstäubungstrockner. In **Vakuumtrocknern** wird das Wasser in einem Raum mit Unterdruck entzogen. Viele Industrien arbeiten mit **Trockenkammern**.

T. kann ferner bewirkt werden durch MECHAN. BEEINFLUSSUNG, wie Auswirgen, Pressen, Schleudern (z. B. $\rightarrow$ Wäscheschleuder); durch CHEM. MITTEL, z. B. Kieselgel (SiO_2), zum Trocknen und Reinigen von Industriegasen, Raumlufttrocknung in Klimaanlage u. a.; durch ULTRAROT-STRAHLER für Farben und Lacke, bei denen der T.-Vorgang an der Unterseite der Farb- oder Lackschicht beginnt.

W. MEHL u. W. HAEDER: Die Luft und die Trockenanlagen (1959); A. W. LYKOW: Experimentelle u. theoret. Grundlagen der T. (1955); O. KRISCHER u. K. KRÖLL: Trocknungstechnik, 1 (1956), 2 (1959).

Troilit, Mineral der Meteorite ($\rightarrow$ Meteor).

Troland, Einheit der relativen Beleuchtungsstärke auf der Netzhaut. Bei 1 T. beträgt die Leuchtdichte einer Fläche π Apostilb ($\rightarrow$ Stilb) und die Pupillenöffnung 1 mm².

Trombe (TAFEL Wetterkunde), **Tornado**, heftiger lokaler Wirbelsturm; bildet sich bei stark instabiler Schichtung (Gewitterlagen), wobei aus der Unterfläche der Gewitterwolke ein rüsselartiger Wolken-schlauch bis in Bodennähe herabreicht, dessen Drehbewegung sich auf der Erdoberfläche als Wind-, Sandhose, über See als Wasserhose auswirkt. Die starke Druckabnahme im Innern des Wirbels ($\varnothing$ zwischen 20 und 400 m) reißt selbst schwere Gegenstände empor und trägt sie kilometerweit fort. Die Wirbelgeschwindigkeit kann in dem ringförmigen Mantel 60–80 m/s erheblich übersteigen.

trommelschleifen, **trommeln**, **scheuern**, **rollen**, metall. Werkstücke in einer umlaufenden Trommel (**Scheuerfaß**, **Rollfaß**) mit oder ohne Beigabe von Schleifmitteln, auch unter Zusatz von chemisch wirkenden Flüssigkeiten durch Gleiten, Wälzen und Stoßen spanend und spanlos glätten.

Tropäolin, ein wasserlöslicher gelber Azofarbstoff, in manchen Staaten zur Färbung von Lebensmitteln zugelassen, nicht in der Bundesrep. Dtl.

Tropasäure, α -Phenyl- β -Oxypropionsäure, $\text{C}_9\text{H}_9\text{O}_3$, $\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)\text{OH} \cdot \text{COOH}$, entsteht neben Tropin bei der Verseifung des Atropins.

Tropeine, Ester des **Tropins**, $\text{C}_9\text{H}_{13}\text{NO}$. Das künstl. **Homatropin**, der Mandelsäureester des Tropins, wird in der Augenheilkunde verwendet.

Tropfenmodell, $\rightarrow$ Kernphysik.

Tropfkörper dienen zur Reinigung von $\rightarrow$ Abwasser (dort BILD). Die locker aufgeschichteten Koks- oder Gesteinsbrocken, über die das Wasser rieselt, überziehen sich mit einem Belag von Protozoen, Algen, Bakterien und Würmern, der bei Sauerstoffzutritt die organ. Schmutzstoffe abbaut.

Tropfstein, zapfenförmige Kalksteinausscheidungen aus herabstropfenden kohlensäuren Kalklösungen ($\rightarrow$ Stalagmit).

Tropopause, **Troposphäre**, $\rightarrow$ Atmosphäre.

Tscherenkow-Strahlung, $\rightarrow$ Čerenkov-Strahlung; **Tscherenkow-Zähler**, $\rightarrow$ Čerenkov-Zähler.

Tübbing, $\rightarrow$ Schacht.

Tuff, leicht verkitete, lockere Gesteinsmasse. **Vulkanische T.** bilden sich aus vulkanischen Aschen, Sanden, Schlamm; **Kalk-T.** sind poröse Kalksteinausscheidungen, z. B. der $\rightarrow$ Travertin. Verfestigte T. heißen auch **Tuffite**.

Tüll, ein netz- oder spitzenart. Textilerzeugnis.

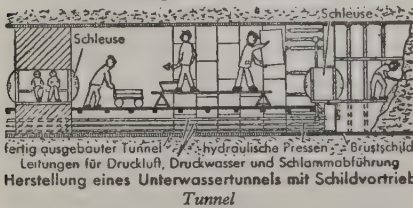
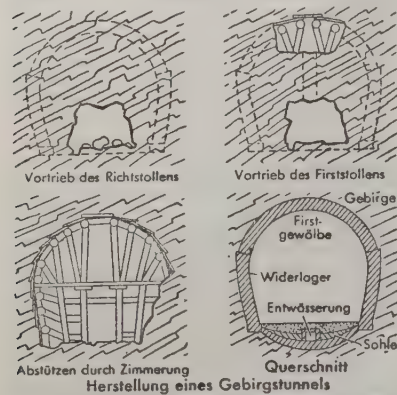
Tülle, trichterförmiger Körper aus isolierendem Material (meist Porzellan) zur Führung elektr. Leitungen durch Wände oder für elektr. Geräte.

Tuner, der stetig abstimmbare, als Baueinheit ausgebildete Eingangsteil eines Überlagerungsempfängers, bes. für den UHF-Bereich (Dezimeterwellenbereich, Band IV und V) eines Fernsehempfängers.

Tungöl, **Holzöl**, fettes Öl aus den Samen des Tungbaums (*Aleurites fordii*), enthält 70–80% Eläostearinsäure, wird zu Farbe, Firnis, Wachstuch, Linoleum, Ölpapier, Brennöhl verarbeitet.

Tunnel – Turingmaschine

Tunnel, 1) unterirdisch geführte Strecke eines Verkehrsweges, wird meist von beiden Seiten aus gebaut. Zuerst wird ein **Richtstollen**, meist ein **Sohlstollen**, von 5–10 m² vorgetrieben, von dem aus der Vollausschub an mehreren Stellen gleichzeitig vorgenommen wird. Ein außerdem angelegter **Firststollen** wird mit dem Sohlstollen durch Schächte verbunden. Der entstandene Hohlraum wird aus-



gezimmer. Der feste Ausbau wird meist in Mauerwerk, oft auch in Stahlbeton ausgeführt. **Unterwasser-T.** werden hauptsächlich mit Schildvortrieb gebaut: In Richtung der Tunnelachse wird mit hydraul. Pressen ein Stahlrohr von der Größe des T. und mit einer vorderen Schneide, dem Brustschild, in das Gebirge gedrückt. Unter dem Schutz des Schildes wird das Gebirge abgetragen. Anschließend wird der erzeugte Hohlraum sofort mit stäh-

lernen Ringen ausgesteift und ausbetoniert. Bei stark wasserhaltigem Boden ist der Schild durch eine stählerne Wand mit Schleusen gegen die rückwärtige T.-Röhre abgeschlossen.

2) REAKTORTECHNIK: kellerartiger, meist wassergefüllter Raum, in dem bestrahlte Spaltstoffelemente aufbewahrt werden, bis ihre Aktivität abgeklungen ist.

Tunnelelektrode, Esaki-Diode, eine Halbleiterdiode mit wesentlich höherer Dotierung (→ dotieren) als beim Transistor, wodurch sie sich in einem bestimmten Vorspannungsbereich als negativer Widerstand verhält; dadurch ist eine Verstärkung oder Schwingungserzeugung möglich, sogar weit in das Mikrowellengebiet hinein. Ferner wird die T. als äußerst schnell arbeitender elektronischer Schalter, z. B. in elektron. Rechenmaschinen, benutzt. Der negative Widerstand tritt infolge des Tunneleffekts auf.

W. W. GÄRTNER: Elektron. Rundschau (1960).

Tunneleffekt, QUANTENMECHANIK: die Überwindung rücktreibender Kräfte durch ein Teilchen ohne den nach klassischen Gesetzen notwendigen Energieaufwand; sie ist nach den statist. Gesetzen der Quantenmechanik dann möglich, wenn auf den Bereich rücktreibender ein Bereich vortreibender Kräfte folgt, in dem das Teilchen nach klass. Gesetzen die aufgebrauchte Energie wieder zurückgewonnen hätte. Zwei solche Bereiche lassen sich durch einen Potentialberg veranschaulichen, den das Teilchen in einem Tunnel durchquert, statt ihn zu übersteigen.

Tür wird seitlich durch die → Leibung, oben durch den Sturz begrenzt und durch T.-Flügel geschlossen. Die Maueröffnung erhält meist Holzverkleidungen, innen als T.-Futter, auf dem Putz aufliegend als T.-Bekleidung. Ein im gemauerten Anschlag mit Schrauben befestigter T.-Rahmen heißt **Blendrahmen**. Bei geputzter Leibung wird einseitig bündig mit der Wand eine Stahlblech-Eckzarge oder eine Holz-Türzarge als Halt und Anschlag oder Rahmen für die T. eingesetzt.

Bei **Schiebe-T.** hängen die Flügel an Rollen- oder Kugellagerbeschlägen in Stahl-Laufschienen. **Pendel-T.** werden an Bommerbändern aufgehängt. **Dreh-T.** haben einen in einem Zylinder drehbaren Türflügel mit mittlerer Drehachse, der zwei gegenüber angeordnete Durchgangsöffnungen hat. **Harmonika- oder Scherengitter-T.** bestehen aus einem mit Stoff bespannten Scherengitter. Die **Fall-T.**, mit Seil und Gegengewicht, dient als waagerechter Verschluss. **Feuersichere T.** werden mit Stahlblechbekleidung in Stahlzarge hergestellt.

Turbine, eine Strömungsmaschine zur Kraft-erzeugung, in der die Strömungsenergie durch eine Beschleunigung unmittelbar in Drehung umgesetzt wird (→ Dampfturbine, → Gasturbine, → Wasserturbine) im Gegensatz zur Kolbenmaschine.

Turbo-Molekular-Pumpe, eine Molekularpumpe, bei der in vielstufiger turbinenartiger Anordnung Stator und Rotor aus parallelen Metallscheiben mit eingrästeten Schrägflächen (Schaufeln) aufgebaut sind. Luftmoleküle werden von den schnell drehenden Scheiben (16000 Umdrehungen je Minute bei 17 cm Ø) in Bewegungsrichtung gestoßen. Eine 20stufige Turbine erreicht gegenüber einem Vorkammerdruck von 10⁻⁴ ein Endvakuum von 10⁻¹¹ Torr.

turbulente Bewegung, unregelmäßige Bewegung einer Strömung, bei der durch Bildung von Wirbeln und deren Zerfall in neue, immer feinere Wirbel Strömungsenergie verzehrt wird. **Freie Turbulenz** tritt in Strahlströmungen, **Wanderturbulenz** in Grenzschichten an Wänden auf (→ Strömungslehre). Die Turbulenz spielt eine große Rolle im Inneren und in den Atmosphären der Sterne, in der interstellaren Materie und in den kosmolog. Betrachtungen über die Entstehung von Planetensystemen und die Formen von Sternsystemen.

Turingmaschine, grundlegendes Gedankenmodell eines Rechenautomaten, das 1936 von A. M. TURING zur Definition berechenbarer Zahlen entwickelt wurde. Der Aufbau ist äußerst einfach an-

BEDEUTENDE EISENBAHN-TUNNEL

	Länge in m	eröffnet
Simplon-T. (Schweiz–Italien, längster T. der Erde) .. 1. Röhre	19803	1906
2. Röhre	19823	1922
Apennin-T., längster T. Italiens	18510	1934
Gotthard-T. (Schweiz)	15003	1881
Lötschberg-T. (Schweiz)	14612	1911
New Cascade-T., längster T. Nordamerikas	12543	1929
Zugspitzbahn-T., längster T. Deutschlands	4466	1930
Kaiser-Wilhelm-T. (Cochern) ..	4203	1879
Distelrasen-T. (Schluchten) ...	3575	1914
Kammon-T. (Japan), Untermeeres-T.	3600	1942

BEDEUTENDE STRASSEN-TUNNEL

	Länge in m	eröffnet
Kammon-T. (Japan), Untermeeres-T.	8000	1941
Rove-T. (Frankreich)	7200	1927
St. Bernhard (Schweiz–Italien) ..	5880	1964
Mersey-T. (England)	3400	1935

genommen, ohne Rücksicht auf die Vielzahl der dadurch erforderlichen Rechenschritte. Ein Rechenautomat gilt als universell, wenn seine Tätigkeit auch von einer T. ausgeführt werden könnte. Mathematische Funktionen gelten als berechenbar, wenn jeder Wert in einem endlichen Prozeß mit einer T. gewonnen werden kann.

Türkis (TAFEL Mineralien und Gesteine), himmelblaues bis grünes triklinisches Mineral, $\text{CuAl}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, kommt meist als Überzug oder in Krusten auf Gängen vor, Edelstein.

Türkischrotöl, sulfoniertes Rizinusöl, besitzt seifenartigen Charakter ohne den Nachteil der Bildung von schwerlöslichen Kalksalzen. Verwendung in der Textilveredlung, Pharmazie und Kosmetik.

Turmalin (TAFEL Mineralien und Gesteine), trigonales, bes. an Granit gebundenes kontaktmetamorphes Mineral, ein Borsilikat von Aluminium und Magnesium, in allen Farben, auch farblos und schwarz, pyroelektrisch, die dunkleren Varietäten stark dichroitisch. Klare, schön gefärbte T. werden als Edelsteine geschliffen.

Turmantelkopf, ein in einem Turm eingebautes feststehendes Fernrohr mit vertikaler Achse, in dessen waagrecht liegendes Objektiv das Licht eines Himmelskörpers, meist der Sonne, durch einen Zerstreuungslinse hineingespiegelt wird, um es in einem meist unterirdischen Laboratorium mit Spektrographen oder Polarimetern zu untersuchen.

Türöffner dienen zur Fernbetätigung des Riegels eines Türschlosses oder der Tür selbst. Beim elektromagnetischen T. (bes. bei Haustüren) ist der sperrende Teil des Schließbleches um seine Längsachse federnd drehbar. Der ihn festhaltende Riegel wird durch einen von der Wohnung aus betätigten Elektromagneten gelöst. Bei Druck gegen die Tür zwingt die Schloßfalle den Schließblechteil zum Ausweichen und wird frei. Beim pneumatischen T. (bes. bei Fahrzeugen) wird durch Druckluft eine Schiebetür unmittelbar, eine Dreh- und Falttür durch eine Gelenkstange geöffnet oder geschlossen. Der Vorgang wird oft elektrisch ausgelöst.

Türschließer sind selbsttätige Vorrichtungen, in ihrer einfachsten Form Schraubenfedern oder Gewichtszüge. Beim Druckluft-T. wird die in einem Gehäuse wirkende Feder durch einen Kolben gebremst, der beim Öffnen der Tür durch ein kleines Loch Luft ansaugt und sie beim Schließen langsam ausstößt; beim Öldruck-T. (BILD) bremsen das durch einen dünnen Kanal gepreßte Öl die Bewegung. Durch eine Türverriegelungsanlage können sämtliche nach außen führende Türen eines Gebäudes selbsttätig geschlossen werden durch einen an jeder Außen-T. angebrachten Riegel, der durch einen

Elektromagneten vorgeschoben, durch einen anderen zurückgezogen werden kann. Offenstehende Türen werden elektromagnetisch ausgeschakt, durch Federkraft geschlossen und verriegelt. Zur Entriegelung wird ein zweiter Kontakt betätigt.

Tusche, wäßrige Lasurfarbe. Schwarze T. (Chines. T.) ist eine Art Rußtinte, die vor Gebrauch mit Wasser angerieben wird. Auszieh-T. bindet infolge ihres Gehalts an Schellackeise wasserunlöslich ab, im Gegensatz zu schwarzen Tinten.

tuschieren, das Einfärben von Flächen an Maschinentellen, um ein Tragbild der Flächen beim Zusammenwirken mit den Gegenflächen zu ermitteln; z. B. Schnecken und Schneckenräder, Schrauben und Muttern. Auf Tuschieplatten prüft man die Ebenheit von Flächen.

Tweed, kleingemusterter, grobfädiger Wollstoff engl. Ursprungs.

Twistor, Schnellspeicher für Rechenautomaten, der in Gewebeart aus magnetisierbaren Drähten und Schreib- und Leseleitungen aufgebaut ist. Durch Verdrehen der Drähte unter Zugspannung oder durch magnet. Vorbehandlung ist erreicht, daß die magnetische Vorzugsrichtung als Schraubenlinie in der Drahtoberfläche verläuft. Darauf beruht die Auswahl der Speicherelemente an jeder Drahtkreuzung.

Tyndalleffekt, die Erscheinungen, die bei der Streuung des Lichtes an suspendierten kleinen Teilchen auftreten, z. B. Färbung, Helligkeit, Polarisation des Lichtes, in Abhängigkeit von Größe, Form und Material der Teilchen. Anwendung beim Ultramikroskop und beim Ultraschall-Bildwandler.

Tyndallometer, Gerät zum Messen des Staubgehalts der Luft, beruht auf der Streuung polarisierten Lichtes an in der Luft schwwebenden Staubteilchen. In einer mit Schwarzglas ausgekleideten Kammer befindet sich die Lichtquelle mit Polarisator. Das an den Staubteilchen reflektierte (Streu-) Licht wird photometrisch gemessen.

typographischer Punkt, Maßeinheit des Buchdruckers; 1 typograph. Punkt (p) = 0,376 mm.

Typung, Typisierung, die Beschränkung (Typenbeschränkung) von Produktionsmitteln und Konsumgütern auf wenige Typen, ein Zweig der Normung.

Tyrosin, β -4-Oxyphenyl- α -amino-propionsäure, eine Aminosäure, die als Baustein in den meisten Eiweißstoffen vorkommt. Durch das Enzym Tyrosinase wird T. zu dunklen Farbstoffen oxydiert, worauf die Verfärbung verschiedener Pilze beim Durchbrechen und das Braunwerden zerschnittener Kartoffeln und Äpfel zurückzuführen ist. Mit Millons Reagens gibt T. die Rotfärbung der Proteine.

U

U, chem. Zeichen für Uran.

Überdruckkabine, der druckdichte Rumpf hochfliegender Flugzeuge, in dem durch Luftpumpen und Regelventile der für die Gesundheit zuträglichste Luftdruck entsprechend etwa 3000 m ü. M. aufrechterhalten wird. Überdruckanzug, aufblasbare Fliegerkombi, die bei Flügen über 13000 m in Flugzeugen ohne Druckkabine erforderlich ist.

Überlagerungsmetalle, diejenigen metallischen chem. Elemente, die nach der Anordnung des Periodischen Systems in der Mitte der langen Perioden, weit entfernt von den Edelgasen, stehen. Die U. zeichnen sich durch Lücken in den Elektronenschalen ihrer Atome aus und können meist zwischen verschiedenen Wertigkeitsstufen wechseln.

Überhitzer erhitzen gesättigten Dampf über seine Sättigungstemperatur hinaus zu Heißdampf.

Überhöhung, das Höherliegen der Außenseite der Kurve einer Straße oder der äußeren Schiene eines Gleises gegenüber der Innenseite zur Auf-

nahme der Fliehkraft, ermöglicht ein Durchfahren der Kurve mit unverminderter Geschwindigkeit.

Überlagerung, FUNKTECHNIK: eine Addition eines neuen Augenblickswertes einer Schwingung zu dem zugehörigen Augenblickswert einer anderen Schwingung. In einem Stromkreis mit stromunabhängigen (linearen) Widerständen verhält sich jede Schwingung so, als ob die andere nicht vorhanden wäre (Überlagerungsgesetz von HELMHOLTZ 1853). Gegensatz $\rightarrow$ Modulation. Überlagerungsempfänger, Rundfunktechnik.

Überlichtgeschwindigkeit, Geschwindigkeit größer als die Lichtgeschwindigkeit. – Mit U. pflanzen sich $\rightarrow$ Materiewellen fort. Dies steht insofern nicht mit der Relativitätstheorie im Widerspruch, als das Prinzip von der Lichtgeschwindigkeit als oberer Geschwindigkeitsgrenze nur für bewegte Massen und Energien gilt, nicht aber für Feldgrößen, die vorwiegend math. Bedeutung besitzen.

Überriesen – Uhr

Überriesen, ein Stern besonders großer Leuchtkraft und mit sehr großem Radius (→ Hertzsprung-Russell-Diagramm; → Sterne).

übersättigt, → Lösung, → Dampf.

Überschallflug, Bewegung von Flugkörpern mit Überschallgeschwindigkeit (über 1200 km/h). Der Übergang vom Unterschallflug zum Ü. wird als Durchbrechen der → Schallmauer bezeichnet. Bei längerem Ü. muß eine Klimaanlage dafür sorgen, daß die Temperatur im Führerraum nicht zu hoch wird (→ Wärmemauer). → Flugzeug.

Übersetzung, Übersetzungsverhältnis, bei Hebelübertragung das Verhältnis der Hebelarme der wirkenden Kräfte (Kraft-Ü.), bei Riemen- oder Zahnradgetrieben das Verhältnis der Drehzahlen (Geschwindigkeits- und Drehzahl-Ü.).

Übersetzungsmaschine, eine Sonderform elektron. → Rechenautomaten zur Übertragung des Nachrichteninhalts gedruckter Texte von einer Sprache in eine andere. Die Wörter werden in Buchstaben- und Zahlen-Codes dargestellt, nach der Häufigkeit ihres Vorkommens geordnet und magnetisch gespeichert. Die Ü. sucht das zu übersetzende Wort und liefert das danebenstehende Fremdwort aus. Grammatische Endungen und Abwandlungen, z. B. bei der Mehrzahl, werden weggelassen oder durch Zusatzzeichen dargestellt. Für bessere Übersetzungen berücksichtigt die Programmierung der Ü. grammatische Regeln über Wortbildung und Satzstellung. Schwierigkeiten entstehen bei mehrdeutigen Wörtern und bei Sprachen mit starken Unterschieden in Struktur und Grammatik.

Übersteuerung, bei Verstärkern eine Überlastung durch eine so hohe Sprechwechselspannung, daß der annähernd geradlinige Teil der Gitterspannungs-Anodenstrom-Kennlinie der Verstärkerröhren überschritten wird. Dadurch wird der Sprechwechselstrom verzerrt.

Übertrager, Transformatoren für Zwecke der elektr. Nachrichtentechnik. Sie haben bei Verwendung eines hochpermeablen Kernwerkstoffs und bei besonderer Anordnung der Windungen innerhalb eines gegebenen Frequenzbereiches gleichmäßig gute Übersetzungseigenschaften. Ausgangs-Ü. passen den niedrigen Lautsprecherwiderstand dem hohen Röhrenwiderstand an.

Überziehen eines Flugzeugs liegt vor, wenn der → Anstellwinkel so stark vergrößert wird, daß durch Abreißen der Strömung am Tragflügel der Auftriebshöchstwert überschritten wird und ein Auftriebsabfall eintritt; kann durch den → Schlitzflügel verhindert werden.

Überzug, ein Träger, an den Deckenbalken oder -platten zur Lastaufnahme angehängt sind.

Uhr, Gerät zum Messen der Zeit.

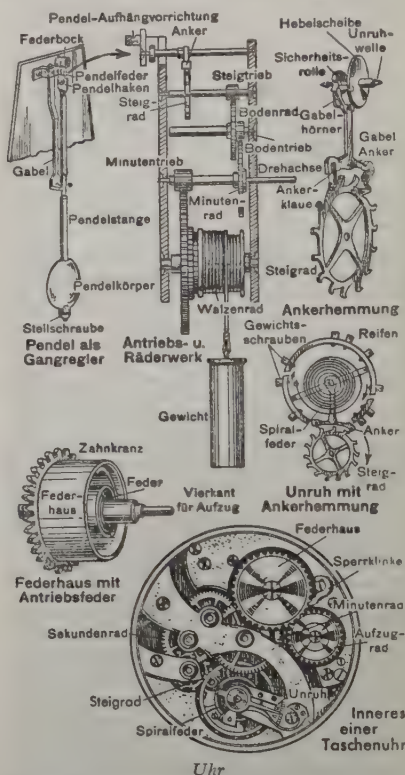
Eine MECHANISCHE RÄDERUHR enthält: Antrieb, Räderwerk, Hemmung, Zeigerwerk, Gangregler; auch Schlagwerk. Die Antriebsenergie liefert ein Gewicht oder eine Feder.

Bei Feder-U. wird über Walzen- oder Federrad das Werk angetrieben. Die Antriebskraft der Feder nimmt in dem Maße ab, wie sie sich entspannt. Bei Seechronometern wird ein gleichbleibender Federantrieb durch die „Schnecke“ erreicht. Bei U. mit automatischem Aufzug (Automatik) führt ein leicht drehbar gelagerter Aufzugskörper pendelnde oder kreisförmige Bewegungen aus, die durch ein Getriebe so übertragen werden, daß sie immer aufziehend wirken.

Das Räderwerk wird vom Antriebsrad angetrie-

ben, dessen Bewegung von der Antriebsgruppe oder dem Gangdauerwerk auf das Minutenrad übertragen wird. Die → Hemmung ist das Zwischenglied zwischen Gangregler und Räderwerk. Das Zeigerwerk bewegt den Stundenzeiger.

Der Gangregler, der eigentlich zeitmessende Teil der U. ist ein Schwingensystem: bei ortsfesten U. ein



an der Pendelfeder aufgehängtes physikal. → Pendel, bei Präzisions-U. ein Kompensationspendel; für tragbare U. die Unruh, ein leichtgelagerter, radförmiger Metallring in Verbindung mit einer an der Unruhwelle und dem Werkgestell befestigten Spiralfeder. Für ortsfeste U. wurde die frei schwebend aufgehängte Unruh mit senkrechter Drehachse entwickelt, die entweder an einer Welle der Federhaushängt oder über einem Magnetkissen schwebt (beruht auf der gegenseitigen Abstoßung gleichnamiger Magnetpole). Die Schwingungsdauer der Unruh kann durch Änderung der Länge der Spirale durch den Rücken beeinflusst werden. Die äußersten Stellungen des Rückers sind mit A (avance) = schnell und R (retard) = langsam oder nach der engl. Bezeichnung mit F (fast) und S (slow) gekennzeichnet. Das Schwingensystem kann auch eine Blattfeder sein, die ihren Anstoß von einem vom Uhrwerk angetriebenen Hemmrad erhält; sie zwingt es rückwirkend, z. B. durch eine magnet. Führung in eine von ihrer Schwingungszahl abhängige Umdrehungszahl.

Die Schlaghämmer des Schlagwerkes werden durch ein mit Stiften versehenes oder sternförmiges Rad gehoben und schlagen beim Herabfallen auf eine Glocke oder auf Tonstäbe. In der Kuckucksuhr sind zwei Pfeifen mit zwei kleinen Blasebälgen angeordnet, die nacheinander zusammengedrückt werden. Bei den Schiffsglasen-U. gibt das Schlagwerk

alle vier Stunden die gleichen Zeichen, halbstündlich je einen Anschlag mehr, von 1 bis 8 Anschlägen.

ELEKTR. EINZELUHREN mit elektr. Aufzug sind gewöhnliche mechan. U. mit eingebautem Aufzugs- motor oder -magneten nebst Schaltvorrichtung. Nach Ablauf des Zuggewichtes oder der Zugfeder um einen kleinen Betrag wird die U. selbsttätig wieder aufgezogen. Bei Einzel-U. mit elektr. Reglerantrieb erhält der Regler (Pendel, Unruh) die Antriebsimpulse unmittelbar auf elektromagnet. Wege.

ZENTRALUHRENANLAGEN halten mehrere U. in dauernder Übereinstimmung. Sie bestehen aus einer Haupt- oder Mutteruhr und den von ihr gesteuerten Nebenuhren. Die *Hauptuhr* ist eine mechan. Präzisions-U. mit elektr. Aufzug und Gangreserve. Sie enthält ein Kontaktwerk, durch das Gleichstromimpulse wechselnder Richtung, meist in minütlichen Abständen, an die Nebenuhren gegeben werden.

Elektrisch weiterschaltete Nebenuhren enthalten nur ein Zeigerwerk und einen polarisierten Elektromagneten, der das Zeigerwerk bei jedem Stromimpuls aus der Hauptuhr um eine Minute weiterschaltet. *Elektrisch ausgelöste Neben-U.* haben einen eigenen mechan. oder elektr. Antrieb, an Stelle des Reglers aber einen polarisierten Auslösemagneten, der das Zeigerwerk jede Minute zum Vorrücken freigibt. *Elektrisch regulierte Neben-U.* sind selbständige U., die durch die Stromimpulse immer wieder auf die Hauptuhr einreguliert werden. Bei den *elektron. U.* wird die Triebfeder von einem in die Uhr eingebauten Miniatur-Elektromotor aufgezogen, der von einem durch eine Photozelle aufgeladenen Miniaturakkumulator gespeist wird, oder die Unruh trägt einen Magneten, der beim Schwingen über eine Induktionsspule und einen Transistor den aus einer bes. Stromquelle gespeisten Antrieb einschaltet.

Bei Neben-U. mit Sekundenzeiger wird dieser oft durch Sekundenimpulse angetrieben (Zeigerspring). Bei Antrieb durch Synchronmotor läuft der Zeiger, um Frequenzablenkungen ausgleichen zu können, schneller als in 60 s (meist 58 s) um. Er wird bis zur vollen Minute angehalten.

Bei elektr. und elektron. Armband-U. ist das Schwingsystem Teil eines elektromagnet. Antriebsystems. Dieses wird bei elektr. Armband-U. geschaltet durch von der Unruh betätigte mechan. Kontakte, bei elektron. Armband-U. über einen Transistor, der durch eine von der Unruh induzierte Spannung entsperrt wird. Die Unruh erteilt sich selbst die Antriebsimpulse im richtigen Zeitpunkt.

SYNCHRONUHREN werden durch Netz-Wechselstrom angetrieben; ihre Ganggenauigkeit hängt allein von der Netzfrequenz ab. In ihrer einfachsten Form sind sie ein kleiner Synchronmotor ($\rightarrow$ Elektromotor), der über ein Rädergetriebe das Zeigerwerk antreibt.

SIGNALUHREN enthalten eine Kontakt- und Steuerungseinrichtung zur Auslösung regelmäßig wiederkehrender optischer oder akustischer Signale.

Die **NORMALUHR** ist eine Präzisions-U., deren Zeitangabe als Vergleichsgrundlage für andere U. dient, z.B. astronomische Pendeluhr, Hauptuhr einer elektr. Zentraluhranlage.

Ferner $\rightarrow$ Quarzuhr, $\rightarrow$ Weltzeituhr, $\rightarrow$ Atomuhr. **UKW**, Abk. für $\rightarrow$ Ultraschwellen.

UKW-Bake, ein $\rightarrow$ Funkfeuer, das landenden Flugzeugen die Einfahrt zum Flughafen anzeigt.

Ultrafilter, Filter mit bes. kleinen Poren, aus tier. oder pflanzl. Membranen, Kolloidum oder Zellglas. Sie dienen zur Trennung verschiedener $\rightarrow$ Kolloide voneinander, von Kristalloiden und vom Lösungsmittel.

Ultrafiltration, ein Verfahren der Schwimmaufbereitung zur Reinigung mineralischer Aufschwemmungen, mit dem noch Teilchen mit kleineren Durchmessern als 1μ erfaßt werden können.

Ultraschwellen, **UKW**, elektromagnet. Wellen von etwa 10 bis 1 m Wellenlänge, die sich im Spektrum an die Kurzwellen anschließen ($\rightarrow$ elektromagnetische Schwingungen). U. lassen sich wie Lichtwellen bündeln, breiten sich geradlinig aus und werden wie Licht reflektiert und gebrochen.

Ihre Reichweite ist etwa gleich der theoretischen optischen Sicht. In seltenen Fällen erzielte größere Reichweiten entstehen wahrscheinlich durch Brechung unter besonderen atmosphärischen Verhältnissen (ähnlich wie die Luftspiegelung). Die für die Ausbreitung der Kurzwellen wichtigen Schichtungen der $\rightarrow$ Ionosphäre werden von den U. glatt durchdrungen, weshalb ein Weitempfang wie bei Kurzwellen nicht auftritt. Fadingähnliche Erscheinungen beruhen bei U. ausschließlich auf schwankender Absorption und Laufzeitdifferenzen zwischen direkt vom Sender kommenden und unterwegs reflektierten Wellenzügen. U. werden von atmosphärischen Störungen nicht beeinflusst; Störer sind vor allem kleine Funken, z. B. Zündfunken in Verbrennungsmotoren. Der Frequenzbereich der U. ist etwa 200mal größer als der der Rundfunk-Mittelwellen, so daß sich eine sehr große Anzahl von Sendern darin unterbringen läßt. Er kann noch vergrößert werden dadurch, daß man die gleichen Frequenzen wieder verwendet in Gebieten, die außerhalb der gegenseitigen optischen Sicht liegen. Aus dem gleichen Grunde wird auf U. die Breitband-Frequenzmodulation verwendet, die eine sehr viel größere Senderbandbreite erfordert als die Amplitudenmodulation ($\rightarrow$ Modulation). Vorteile dieser Frequenzmodulation: hohe Qualität der Übertragung, geringe Störanfälligkeit durch Anwendung eines großen Frequenzhubes beim Sender und einer Amplitudenbegrenzung im Empfänger.

Der *U.-Sender* ist im wesentlichen aufgebaut wie ein normaler Rundfunksender. Die Trägerfrequenz wird durch Steuerquarz und Verdopplerstufen erzeugt. Als Senderöhren dienen meist Trioden ($\rightarrow$ Elektronenröhre) mit einem für hohe Frequenzen geeigneten Aufbau. Die Antennen für U. sind viel kleiner als die für längere Wellen, da als wirk-same Länge gewöhnl. die Hälfte der Betriebswellenlänge genommen wird ($\rightarrow$ Dipol). Über *U.-Empfang* $\rightarrow$ Rundfunktechnik.

Wellen unter 1 m Wellenlänge heißen *Dezimeterwellen*, $\rightarrow$ Höchstfrequenztechnik. Nach dem Vertrag von Atlantic City 1947 sind auf U. untergebracht: Flugnavigationsfunkdienst, Bewegl. Flugfunkdienst, Fester und Bewegl. Funkdienst, Amateurfunkdienst, Einzelfrequenzen für industrielle, wissenschaftl., medizin. Zwecke, Funkfeuer, Dringlichkeit im Flugfunkdienst, internat. Anruf. Der U.-Rundfunk arbeitet im Frequenzgebiet von 87,5 bis 100 MHz (3,43 bis 3 m) mit einem Frequenzabstand der Sender von 300 kHz (400 kHz bei 1. 7. 1953).

Ultramarinblau, sattes, vorwiegend rotstichig blaues Pigment (schwefelhaltiges Natrium-Aluminiumsilikat), in der Natur als Lapislazuli vorkommend, auch wichtige Anstrichfarbe.

Ultrametamorphose, Gesteinsumbildung mit stärkerer Stoffbewegung im Grenzbereich metamorpher und magmat. Vorgänge; wichtigster Sonderfall ist die *Granitisation*.

Ultrarot, *Infrarot*, die im Spektrum der elektromagnet. Wellen jenseits des Rot liegenden längeren Wellen von etwa $0,8 \mu$ bis etwa 1 m Wellenlänge. Strahlungsquellen für ein kontinuierl. U.-Spektrum sind glühende Körper (Glühlampe, Wolfram-Bandlampe). Selektive Strahler sind Nernststift (Strahlungsmaximum zwischen 1 und 2μ), Auerches Gasglühlicht (2,8 und $4,4 \mu$), Alkali- und Erddalkalidämpfe, Quarz-Quecksilberlampe (218 und 343μ) und die Moleküle mit ihren Rotations- und Rotations-Schwingungs-Spektren. Medizinisch wird U. für die Erwärmung von Körperteilen angewandt.

Für die *Ultrarotspektroskopie* müssen Prismen und Linsen aus Quarz (bis $3,5 \mu$), Sylvit (bis 21μ), Thalliumbromidjodid (bis 40μ) und anderen Stoffen bestehen. Bei längeren Wellen können statt Linsen und Prismen nur Hohlspiegel und Gitter aus gespannten Kupferdrähten benutzt werden. Die U.-Strahlung wird durch ihre Wärmewirkung auf eine Thermosäule oder ein Bolometer oder auf verdampfungsfähige Stoffe gemessen, im kurzwelligen U. auch mit ultrarotempfindl. Photozellen und mit bes. sensibilisierten Photoplatten.

Ultrarotbeobachtungsgeräte dienen zur Beobachtung von Gegenständen im U.-Licht; das von einem lichtstarken Objektiv entworfene U.-Bild wird durch einen →Bildwandler in ein sichtbares Bild umgewandelt. U.-Beobachtungsgeräte werden bei Dunkelheit als Überwachungsgeräte in Gebäuden und im Gelände, als →Nachtfahrergerät und **Ultrarotzielgeräte** eingesetzt (→Nachtfernrohr). **U.-Nachrichtengeräte** sind mit U. arbeitende Lichttelefonie- und Blinkgeräte. **U.-Absorptionsschreiber** dienen in der Gasanalyse bes. zur Bestimmung von CO , NO , N_2O und zu Betriebsüberwachungen, wobei die U.-Strahlung durch eine mit absorbierendem Gas gefüllte Gasmeßkammer und durch eine mit Luft gefüllte Vergleichskammer geschickt wird; die Schwächung der Strahlung in der Meßkammer wird von einem Meßinstrument registriert.

Ultraschall, Schall mit Frequenzen oberhalb der Hörgrenze, d. h. oberhalb 16–20 kHz.

Zur U.-ERZEUGUNG dienten früher kleine Stimmgabeln, Platten oder Longitudinalsaiten und die →Galtonpeife. Mit U.-Sirenen ist es gelungen, Schalleistungen von 200–300 Watt in der Luft zu erzeugen, wobei sich Watte, in den Schallstrahl gebracht, entzündet. Techn. Bedeutung haben nur die magnetostruktiven und piezoelektr. Schallgeber erreicht. Sie werden bes. dazu benutzt, um U.-Schwingungen auf Flüssigkeiten und auf feste Körper zu übertragen. Bei den **magnetostruktiven Schwingern** (bis 300 kHz) wird ein Nickelstab in ein starkes magnet. Wechselfeld gebracht, dessen Frequenz gleich seiner elast. Eigenfrequenz ist; unter dem Einfluß der Feldänderungen zieht sich der Stab zusammen und dehnt sich aus und gerät so in mechan. Schwingungen. Weiter reicht die U.-Erzeugung durch **piezoelektrische Schwingen**, im wesentl. plattenförm. →Schwingquarze, deren Grunddickenschwingung z. B. bei 1 mm Plattendicke 3 MHz beträgt. Zur Erzeugung höchster Frequenzen regt man die Quarzplatten zu Oberschwingungen an. Die bisher höchsten U.-Frequenzen hat man durch Anregung eines in einem Hohlraumresonator befindlichen, auf 2° K abgekühlten Quarzkristalls mit elektromagnet. Wellen erzeugt (E. JACOBSEN). Die erreichte Frequenz von 10 000 MHz entspricht einer Wellenlänge von 0,03 μ ; solche U.-Wellen lassen sich zur Untersuchung des atomaren Feinbaus von Festkörpern verwenden. Moderne U.-Sendegeräte werden mit Elektronenröhren betrieben, die die erforderl. Wechselfelder erzeugen.

U. läßt sich durch die Wirkung des Schallgleichdrucks auf Grenzflächen des Schallmediums (Ölsprudel) oder durch die Wärmeerzeugung infolge Absorption nachweisen. Die Struktur der Schallfelder wird mit Hilfe der Schlierenmethode (→Schlieren 2) oder in →Schallsichtgeräten untersucht. Ein elektr. Nachweisverfahren ist das durch Quarzmikrophone, ein optisches die Erzeugung von Interferenz- und Beugungserscheinungen durch period. Änderung des Brechungsindex.

ANWENDUNGEN. Mit U.-Impulsen lassen sich die Schallgeschwindigkeit und -absorption in festen, flüssigen und gasförm. Stoffen messen, indem ihre Laufzeit und die Abnahme der Impulshöhe längs einer bestimmten Strecke bestimmt wird. Unter Wasser lassen sich U.-Wellen gut bündeln und zur Nachrichtenübermittlung mit Telefonie- und Telegraphieimpulsen modulieren (→Unterwasserschallanlagen). Da in U.-Wellen auf kleinstem Raum außerordentlich hohe Druckunterschiede auftreten (mehrere Atmosphären), werden durch sie feinste Misch- und Mahlvorgänge ermöglicht. Ferner können mit U. Flüssigkeiten und Schmelzen entgast (**Tauchschwinger**) sowie fein verteilte Nebel, Staub und Rauch koaguliert und damit beseitigt werden (U.-Sirene zur Entnebelung von Flughäfen). Mit U. arbeitende Blindenleitergeräte stellen noch Hindernisse in Bindfadenstärke in 75 cm Entfernung fest. Ferner lassen sich mit U. harte und schwer zerspanbare Werkstoffe zur Formgebung bearbeiten. Das mit hoher Frequenz (z. B. 25 kHz) schwingende Werkzeug hat dabei die negative Form der zu er-

zeugenden Werkstückform. Das **U.-Impuls-Reflexionsgerät** zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung arbeitet nach dem Impuls-Echo-Verfahren: Ein Schwingquarz sendet U.-Impulse von wenigen Mikrosekunden Dauer in das Werkstück. Bis zum Aussenden eines neuen Impulses arbeitet der Schwingquarz als Empfänger für die von der Rückwand oder von den eventuell im Werkstoff vorhandenen Fehlstellen (z. B. Rissen) reflektierten Schallwellen, die auf dem Leuchtschirm einer Elektronenstrahlröhre angezeigt werden.

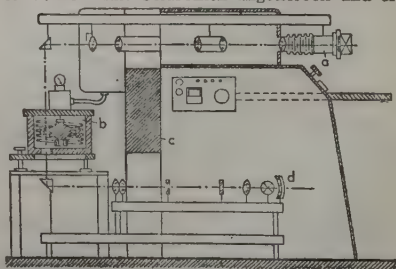
L. BERGMANN: Der U. und seine Anwendung in Wissenschaft und Technik (*1954); MATAUSCHEK: Einf. i. d. U.-Technik (*1962).

Ultraschall-Bildwandler, →Schallsichtgerät.

Ultrastrahlung, die →kosmische Ultrastrahlung.

Ultraviolett, der Bereich des Spektrums der elektromagnet. Wellen, der sich von Violett bei etwa 3800 Å nach kürzeren Wellen bis etwa 100 Å erstreckt und von etwa 600 Å ab mit dem Bereich der →Röntgenstrahlen überdeckt. Ein kontinuierl. U.-Spektrum vom Sichtbaren bis etwa 1600 Å liefert die Wasserstofflampe, eine helle Glimmentladung in einer mit Wasserstoff gefüllten Kapillare. Entladungen in Quecksilberdampf (1850 Å und 2536 Å) und Funkenentladungen zwischen Metallelektroden liefern Spektren mit sehr vielen Linien. Die U.-Spektrographie arbeitet mit Linsen und Prismen aus Quarz (bis 2000 Å), Steinsalz (bis 1800 Å) oder Flußspat (bis 1250 Å), da Glas für U. unterhalb 3500 Å undurchlässig ist. Unterhalb 1800 Å muß der ganze Spektralapparat evakuiert werden, weil der Sauerstoff der Luft die Strahlung absorbiert. Mit fluoreszierenden Stoffen kann die U.-Strahlung sichtbar gemacht werden. Die Empfindlichkeit der photograph. Schicht für U. wird durch Überziehen mit einem fluoreszierenden Stoff wesentlich erhöht. Von der erhebl. U.-Strahlung der Sonne kommt wegen der starken Absorption in der Ozonschicht (etwa 25 km) nur ein kleiner Teil zur Erdoberfläche. Das U. ist wegen der großen Energie seiner Lichtquanten bes. für photochem. Untersuchungen geeignet. Bestimmte Wellenlängenbereiche des U. besitzen spezif. biologische Wirkungen (Bildung von Vitamin D₃, Rötung und Bräunung der Haut). U.-Strahlen, am wirkungsvollsten von einer →Quarzlampe (**U.-Lampe**) ausgestrahlt, werden auch für Gemäldeprüfungen angewendet.

Ultrazentrifuge, nach T. SVEDBERG ein Gerät zur Messung der Sedimentation von dispersen Teilchen durch Erzeugung von Zentrifugalkräften, die 1000–100 000fach größer sind als die Erdschwere. Die U. wird mit Ölturbinen angetrieben und er-



Ultrazentrifuge mit Druckluftantrieb (schematischer Schnitt), max. 50 000 U/min; a photographische Einrichtung, b Vakuunkammer mit Triebwerk, Tachometer, Rotor und Wasserkühlung, c Schutzwand, d Beleuchtungseinrichtung.

reicht in einem mit Wasserstoff gefüllten Gehäuse bis zu 150 000 U/min. Die Sedimentation wird nach verschiedenen opt. Methoden verfolgt; aus der Sedimentationsgeschwindigkeit kann man z. B. die Molekulargewichte von Eiweißstoffen ermitteln.

Umbra, 1) der dunkle Kern der →Sonnenflecke. 2) manganhaltige Erdfarbe für Mal- und Anstrichzwecke.

Umdrehungsflächen, Rotationsflächen, Flächen, die durch Drehung einer ebenen Kurve (*Meridiankurve*) um eine Achse entstehen. Sie bilden zugleich die Oberflächen des dabei entstandenen *Umdrehungskörpers* (*Rotationskörpers*).

Umformer, umlaufende Maschinen oder Maschinensätze zur Umwandlung elektr. Leistung einer Art in solche anderer Art, z.B. Umformung von Drehstrom in Gleichstrom, Umformung von 50-Hz-Drehstrom in Einphasenwechselstrom mit 16 $\frac{2}{3}$ Hz für Bahnbetrieb und umgekehrt. Der $\rightarrow$ Motorgenerator dient zur Umformung von Gleichstrom in Gleichstrom anderer Spannung, von Gleichstrom in Wechsel- oder Drehstrom und umgekehrt, von Wechsel- oder Drehstrom in solchen anderer Frequenz (Periodenform) und zur Kupplung von Netzen verschiedener Phasenzahl und Frequenz (Netzkupplung). – Beim *Einanker-U.* wird Gleichstrom in Wechselstrom oder umgekehrt in einer Maschine umgewandelt, bei der entweder die Wechselstrom- und Gleichstromwicklung auf einem Anker vereinigt sind oder die Ankerwicklung von beiden Stromarten durchflossen wird. – Der *Kaskaden-U.* besteht aus einem Drehstrom-Asynchronmotor und einem Einanker-U. in Kaskade, deren Läufer elektrisch und mechanisch miteinander gekuppelt sind. – Der umlaufende *Kontakt-U.* wandelt durch sinnvolle Schaltvorgänge Gleichstrom in Wechselstrom um und umgekehrt. – Ruhende Einrichtungen mit Stromrichtventilen (Gleichrichter, Wechselrichter, Umrichter, Gleichstromtransformator) heißen *Stromrichter*.

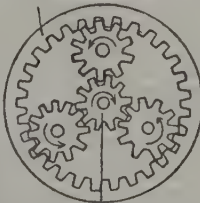
Umgußverfahren, Ausgußverfahren, Verfahren zur Befestigung von kleinen Stahlteilen in größeren, z.B. von Stempeln in Stempelhalterplatten. Die Stempel sind mit Umfangsrillen und Längsrillen versehen und in die Ausgußmasse eingebettet, die durch einen Rahmen gehalten wird.

umkehrbar, reversibel, heißen in PHYSIK und CHEMIE Vorgänge, die in der einen oder anderen Richtung verlaufen können ($\rightarrow$ Massenwirkungsgesetz). In der TECHNIK werden Motoren als u. bezeichnet, deren Anlasser (*Umkehr- oder Reversieranlasser*) die Umschaltung der Drehrichtung auf Links- und Rechtslauf gestatten.

Umkehrentwicklung, Umkehrfilm, $\rightarrow$ Entwickler, $\rightarrow$ Farbenphotographie.

Umlaufrädergetriebe, Planetengetriebe, ein $\rightarrow$ Rädergetriebe, bei dem wenigstens eines der beteiligten Reib- oder Zahnräder eine umlaufende Bewegung seiner Radachse aufweist. Um die Achse des Sonnenrades läuft der Steg als Träger eines oder mehrerer Planetenräder, die mit dem Sonnenrad kämmen. Zur Umwandlung von Drehzahlen und -momenten ist die Anordnung eines zweiten gleichachsigen Sonnenrades erforderlich. Anwendungen: hohe Übersetzung, Ausgleichgetriebe.

feststehender Zahnkranz



treibende (oder getriebene) Achse
Umlaufrädergetriebe

Umrichter, Frequenz- oder Spannungsumformer. *Wechsel-U.* ändern die Frequenz einer Wechselspannung, im allgem. mit Hilfe gestueter Entladungsgefäße ($\rightarrow$ Gleichrichter, $\rightarrow$ Thyatron). *Gleich-U.* dienen zur Änderung (meist Erhöhung) einer Gleichspannung durch aufeinanderfolgende Wechselrichtung durch Zerstörer, Transistoren (bei kleiner Leistung) oder Stromrichter (bei großer Leistung), Transformierung und Gleichrichtung. Bei einem anderen System werden Kondensatoren in schneller Folge abwechselnd in Parallelschaltung an einer Gleichspannungsquelle aufgeladen, dann in Reihe geschaltet und auf den Verbraucher entladen. $\rightarrow$ Motorgenerator.

Umsetzer, 1) der $\rightarrow$ Frequenzumsetzer.

2) Geräte, die Meßwerte, die als Zeigerausschlag oder als elektr. Größen (Strom, Spannung, Widerstand) vorliegen, nach dem Dualsystem in Ziffern übersetzen (*Analog-Digital-U.*). An Momentanwert-U., die aber auch eine gewisse Zeit benötigen, also absatzweise arbeiten, werden verwendet: Der *Sägezahn-U.*, bei dem der den Meßwert darstellenden Spannung eine andere gegenübergestellt wird, die mit festem Gradienten sägezahnförmig ansteigt. Die Zeit, bis diese zur ersten angestiegenen ist, wird gezählt. Der *Stufen-U.* arbeitet z.B. als selbst-abgleichender Spannungsmesskomparator. Der *Scheiben-U.* wird benutzt, wenn der Analogwert als Winkelstellung einer Welle vorliegt. Der *Skalenstrecken-U.* geht vom Zeigerausschlag eines Lichtmarkeninstrumentes aus. Die strichförmige Lichtmarke fällt auf eine Spiegelrasterskala. Der Meßwert wird in Intervallen abgeschaltet, und der Zeiger geht jeweils kurz in seine Nullstellung. Die dabei vom Spiegelraster ausgehenden Lichtimpulse werden von einer Photozelle einem elektron. Zählwerk zugeführt.

Umspanner, der $\rightarrow$ Transformator. *Umspannstation, Umspannwerk,* eine Transformatorenstation, die eine Wechselspannung auf einen anderen Spannungswert gleicher Frequenz übersetzt, sowohl beim Endverbraucher von $\rightarrow$ Hochspannung in $\rightarrow$ Niederspannung als auch im Kraftwerk und in den Netzen ($\rightarrow$ Elektrizitätsversorgung).

Umsteuerung, die Umkehrung der Bewegungsrichtung von Maschinen und Triebwerken. Bei *Dampfmaschinen* (Lokomotiven) wird durch Verstellen des Schiebers (Ventils) mit pendelnd aufgehängten Kulissen oder Gelenkhebeln der Dampf in entgegengesetzter Richtung dem Maschinenkolben zugeleitet; bei *Verbrennungskraftmaschinen* (Otto- und Dieselmotoren) sind auf der Steuerwelle besondere Nocken für Vorwärts- und Rückwärtsgang vorhanden, die je nach der Drehrichtung auf die Ventile einwirken. Der Drehsinnwechsel bei *Fahrzeugantriebswellen* wird meist durch Zahnrad-Wendegetriebe erreicht, bei Schiffswellen auch durch besondere (Flüssigkeits-) Kupplungen für Vorwärts- und Rückwärtsgang, die durch Füllen oder Entleeren den gewünschten Gang ermöglichen, oder durch Verstellpropeller, die durch Verstellung der Flügelblätter die Antriebsrichtung umkehren. *Elektromotoren* werden bei Gleichstrom durch Umkehrung der Stromrichtung in der Ankerwicklung umgesteuert, bei Drehstrom durch Vertauschen zweier Zuleitungen für die Ständerwicklung.

Unbestimmte, MATHEMATIK: In der Algebra bezeichnet man den Ausdruck

$$a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_n x^n,$$

als Polynom in der Unbestimmten x , wobei die Koeffizienten $a_0, \dots, a_n$ feste Zahlen sind. Die $U.$ ist also ein Symbol, für das man geeignete Rechenregeln (z.B. $x^i \cdot x^k = x^{i+k}$) so einführt, daß die Multiplikation zweier Polynome nach dem Distributivgesetz erfolgt. Von den $U.$ müssen begrifflich die *Unbekannten* unterschieden werden, d.h. die gesuchten Größen in einer Bestimmungsungleichung ($\rightarrow$ Gleichung), z.B. die Lösungen der Gleichung $a_0 + a_1 x + \dots + a_n x^n = 0$. Diese Gleichung bedeutet, daß eine Zahl x_0 angegeben werden soll, die, für die Unbekannte x in die Gleichung eingesetzt, die Gleichung befriedigt. Man sagt auch: das Polynom hat an der Stelle x_0 den Wert 0. Dabei geht man davon aus, daß das Polynom durch

$$f(x) = a_0 + a_1 x + \dots + a_n x^n$$

einen Rechenausdruck für die Funktion $f(x)$ liefert, deren Wert an der Stelle x_0 der Variablen oder Veränderlichen x gleich 0 ist.

Unbestimmtheitsrelation, die Heisenbergsche $\rightarrow$ Unschärferelation.

Unendlichkeits, im mathemat. Sinne das Überschreiten aller endlichen Zahlen und Maße. In den naturwissenschaftl. Vorstellungen von der Außenwelt spielt die $U.$ eine Rolle als: $U.$ des Raums, der Zeit, der Teilbarkeit. Heute wird als wahrscheinlich angenommen, daß der Weltraum nicht unendlich, sondern endlich ist ($\rightarrow$ Raum), daß die $\rightarrow$ Zeit als

Unipolarmaschine – Untertagevergasung

solche vielleicht einen Anfang hatte, so daß nicht mehr mit einer U . der Vergangenheit zu rechnen wäre. Die unendl. Teilbarkeit der Materie wird durch die Atomtheorie widerlegt.

Der Aufschwung der mathemat. Wissenschaften in der abendländ. Geistesentwicklung beruht zum wesentl. Teil auf einer erfolgreichen Auseinandersetzung mit der U . Wesentlich für die begriffll. Klärung war es, daß die U . niemals als fertig Vollendetes gedacht wurde, sondern nur als *potentielle* U . Es gibt in der Infinitesimalrechnung keine unendlich große Zahl ∞ , die eine feste Rechengröße wäre, sondern es gibt nur Feststellungen wie diese: Wenn n die Reihe der natürlichen Zahlen ohne Begrenzung durchläuft, so wird die Differenz zwischen $1/n$ und 0 kleiner als jede noch so kleine positive Zahl. Erst die moderne Mengenlehre hat Möglichkeiten entwickelt, den Begriff der Zahl so zu erweitern, daß auch die U . als fertig Gegebenes (*aktuelle* U .) gedacht werden kann.

Unipolarmaschine, kommutatorlose Gleichstrommaschine, bei der das Erregerfeld längs des Ankerumfangs überall mit gleicher Richtung und Größe in den induzierten Teil (Rotor, Anker) eintritt. Sie hat als Niederspannungs-Hochstromgenerator z.B. für Elektrolyseanlagen Bedeutung; gebrauchliche Bauweisen für Spannungen bis 40 V oder Ströme bis 50000 A.

Universalinstrument, 1) ein mit einem Azimutal- und einem Höhenkreis ausgerüsteter $\rightarrow$ Theodolit zur Beobachtung von Höhe und Azimut eines Gestirns. 2) ein Winkelmessgerät zum Ablesen von Horizontal- und Vertikalwinkeln ($\rightarrow$ Tachymeter).

Universalmotor, $\rightarrow$ Elektromotor.

Univibrator, in der Impulstechnik verwendeter Multivibrator ($\rightarrow$ Kippschwingungen) zur Verzergerung der Laufzeit der Kippschwingungen und zur Impulsbildung.

Unschärferelation, Unbestimmtheitsrelation, Unschärfebeziehung, eine von W. HEISENBERG aus der Quanten- oder Wellenmechanik abgeleitete Beziehung, die zum Ausdruck bringt, daß Ort q und Impuls p eines Teilchens nicht zugleich mit beliebigiger Genauigkeit bestimmt werden können. Grundsätzlich bleibt das Produkt der beiden zugehörigen Ungenauigkeiten Δq und Δp stets größer als das Plancksche Wirkungsquantum h : $\Delta q \cdot \Delta p > h$. Entsprechendes gilt für die Messung der Energie eines Teilchens und die Festlegung des Zeitpunkts, für den diese Energiemessung gilt. Die unvermeidbare Unbestimmtheit des Anfangszustandes macht auch eine exakte Vorausberechnung künftiger Bewegung des Teilchens unmöglich ($\rightarrow$ Indeterminismus, $\rightarrow$ Quantenmechanik).

Unterbrecher, Gerät, das einen elektr. Stromkreis in schneller Folge öffnet und schließt und dadurch periodische Stromimpulse erzeugt. Der älteste U . ist der *Wagnersche Hammer*: ein Elektromagnet zieht einen federnd gelagerten Anker an. Durch dessen Bewegung wird der Stromkreis unterbrochen, das Magnetfeld bricht zusammen, der Anker wird losgelassen und schwingt zurück, schließt den Stromkreis wieder, wird erneut angezogen usw. (elektr. $\rightarrow$ Klingel). Beim *Elektrolyt-U.* nach WEHNELT bildet sich an einer feinen, in verdünnte Schwefelsäure eintauchenden Platinelektrode eine Gasblase, die den Primärstrom eines Funkeninduktors unterbricht, vom entstehenden Öffnungsfunkten durchschlagen wird, sich neu bildet usw. Beim *Turbinen-U.* nach TESLA wird Quecksilber aus der seitlichen Düse eines rotierenden Rohres gegen feste Kontakte geschleudert. Der *Stimmgabel-U.* arbeitet wie ein Wagnerscher Hammer. Beim *Relais-U.* steuern sich zwei Fernsprech-Relais im gleichen Rhythmus und erzeugen dadurch die Stromschritte für Schritt-Schaltwerke. *Zünd-U.* bei Verbrennungsmotoren sind federnde Wolfram-Kontakte, die vom Primärstrom der Zündspule durchflossen werden und im Zündmoment durch einen von der Kurbelwelle angetriebenen Nocken geöffnet werden.

Unterdruckkammer, eine Kammer bes. zur Untersuchung von Flugzeugpersonal, in der die

verschiedenen Höhen entsprechenden Luftzustände (Druck, Temperatur u. a.) künstlich erzeugt werden.

unterfahren, 1) BAUTECHNIK: Gebäudegründungen nachträglich vertiefen und verbreitern.

2) BERGBAU: einen Grubenbau unter einer Lagerstätte oder einem anderen Grubenbau auffahren.

Unterflurmotor, ein Motor mit liegend angeordneten Zylindern zum Einbau bes. bei Omnibussen im Rahmen unter dem Fußboden.

Untergrundbahn, U-Bahn, meist unter der Erdoberfläche geführte Nahverkehrsbahn, wird wie die Straßenbahn meist mit Gleichstrom von 600–800 V betrieben, der den Triebfahrzeugen über eine neben den Fahrseilen verlegte Stromschiene über einen am Drehgestell befestigten Stromabnehmer zugeführt wird. Als Stromrückleitung verwendet man im allgemeinen die Fahrseile.

Die Trieb-, Steuer- und Beiwagen eines Zuges werden vom führenden Trieb- oder Steuerwagen aus gemeinsam gesteuert. Bei U . wird meist selbsttätige Streckenblockung verwendet ($\rightarrow$ Signaltechnik); dadurch wird eine dichte Zugfolge ermöglicht.

Unterkuhlung, die Abkühlung von Flüssigkeiten unter die dem jeweiligen Druck zugeordnete Erstarrungstemperatur ($\rightarrow$ schmelzen). Bei Metallen beträgt die Unterkühlbarkeit im Gegensatz zu Schlacken und Glasschmelzen nur wenige Grade. Da mit der U . die Keimzahl zunächst ansteigt, kann durch schnelle Abkühlung metall. Werkstoffe ein feineres Korn erzielt werden.

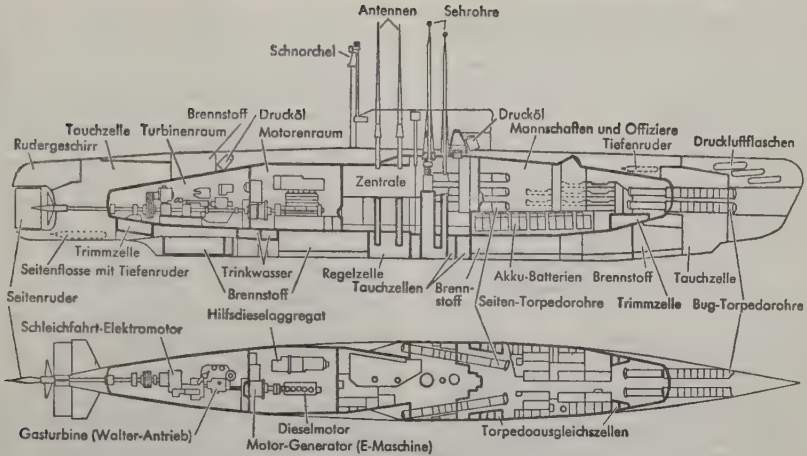
Unterriesen, Sterne mit etwas geringeren absoluten Helligkeiten als Riesen. ($\rightarrow$ Hertzsprung-Russell-Diagramm)

Unterseeboot, U-Boot, ein zum Tauchen und zur Unterwasserfahrt geeignetes Kriegsschiff. An dem mehrfach durch Schotten unterteilten Rumpf befinden sich Tauchtanks, in die zum Herstellen des Gewichtsausgleichs Wasser eingelassen und zum Auftauchen durch Druckluft wieder ausgedrückt wird (erreichbare Tauchtiefe bis etwa 300 m). Antriebsanlagen sind meist Dieselmotoren (Frischluftverbraucher) für die Überwasser- und Elektromotoren für die Unterwasserfahrt. Sie werden gespeist aus Akkumulatorenbatterien, die nach dem Auftauchen durch die Dieselmotoren über die als Dynamomaschinen geschalteten Elektromotoren aufgeladen werden und besondere Sicherheitsmaßnahmen wegen der Explosionsgefahr erfordern. Zum Einnehmen und Halten der vorgesehenen Tiefe dienen Horizontalruder (Tiefenruder), paarweise meist vorn und achtern. Trimmtanks gleichen die Lastigkeit aus. Ein oder zwei $\rightarrow$ Periskope ermöglichen bei getauchtem U . die Beobachtung der Wasseroberfläche. Kalipatronen binden das sich bei geschlossenem U . entwickelnde Kohlendioxid, Sauerstoffflaschen ergänzen den durch Atmen verbrauchten Sauerstoff.

Die Hauptwaffe des U . sind $\rightarrow$ Torpedos, die aus von innen bedienbaren Ausstoßrohren vorn und achtern geschossen werden; daneben werden $\rightarrow$ Minen von U . verlegt. Außerdem benötigt das U . für den Einsatz Funk- und Funkmeßgeräte, Unterwasserhorch- und -ortungsgeräte. Die Führung befindet sich bei Unterwasserfahrt in der unter dem Kommandoturm liegenden Zentrale. Mit der Einführung des $\rightarrow$ Schnorchels wurde ein Auftauchen des U . zum Aufladen der Batterien unnötig. Geschwindigkeit und Ausdauer unter Wasser lassen sich durch stärkere Elektromotoren und größere Batterien (Elektroboot), durch $\rightarrow$ Walter-Antrieb oder durch Motoren mit geschlossenem Kreislauf (ohne Auspuff) erhöhen. Einen entscheidenden Fortschritt brachte die Ausnutzung von Kernenergie als Antriebsmittel ($\rightarrow$ Kraftwerk).

Umsatzer, elektron. Gerät, das bei der Zählung von sehr raschen Impulsfolgen die Anzahl der Impulse um einen bestimmten Faktor verringert. Verwendet werden z. B. Kippstufen mit zwei stabilen Ruhelagen, die nur jeden zweiten Impuls weitergeben und die mehrfach kombiniert werden können ($\rightarrow$ Flipflop) oder dekadische Zählröhren ($\rightarrow$ Dekatron).

Untertagevergasung, die unmittelbare Verga-



Unterseeboot (letzter deutscher Typ XXVI)

sung nicht abbauwürdiger Kohlenflöze (Flözvergassung). Die Flözpartie wird durch drei Strecken umfahren, zwei davon reichen über Bohrflöcher an die Tagesoberfläche. Durch ein Bohrloch wird das Vergasungsmittel (erhitzte Luft) eingepreßt, streicht am Kohlenstoß entlang, wobei sich der Luftsauerstoff mit dem Kohlenstoff zu Kohlenoxid verbindet, und wird durch das andere abgesaugt.

Unterwasserschallanlagen dienen der Nachrichtenübermittlung zu und zwischen getauchten U-Booten und, wie das →Echolot, der Feststellung der Standorte von Schiffen und Hindernissen und der Ermittlung von Meerestiefen. Die zur Erzeugung der Schallwellen dienenden Wasserschallsender arbeiten im Ultraschallgebiet mit Frequenzen zwischen 20 und 50 kHz; sie sind piezoelektrische oder magnetostruktive Schwingen →(Ultraschall). Die Ultraschall-Frequenz kann als Trägerfrequenz durch verstärkte Sprachschwingungen moduliert werden, die in einem Lautsprecher wieder hörbar gemacht werden können. Die Reichweite beträgt 10–15 km. Zur Entfernungsmessung über einige 100 m werden gleichzeitig Schallsignale und drahtlose Signale ausgesendet. Da die Ausbreitungszeit der drahtlosen Signale zu vernachlässigen ist, und das Schallsignal im Seewasser 1500 m/s zurücklegt, so ergibt sich die Entfernung in m aus der gefundenen Sekundenzahl zwischen dem Eintreffen des drahtlosen und des Unterwasserschallsignals, multipliziert mit 1500.

Unterzwergsterne, Sterne, deren absolute Helligkeiten rd. 1–1,5 Größenklassen geringer sind als die normaler Zwergsterne. (→Hertzsprung Russell-Diagramm)

Uran, U, radioaktives chem. Element aus der Gruppe der Uraniden, Metall; Ordnungszahl 92, Massenzahlen 238 (U I), 235 (Aktinium U, AcU), 234 (U II), Atomgewicht 238,03. U II ist ein Zerfallsprodukt des U I und Ausgangssubstanz der U-Radium- und der U-Aktinium-Zerfallsreihe (→Radioaktivität). Schmelzpunkt des U, 1130°C, Siedepunkt nicht genau bekannt, Dichte 18,7 g/cm³. Bei einem Gewichtsanteil von etwa 4·10⁻⁴% an der gesamten festen Erdrinde ist das U. in zahlreichen Gesteinen, z. B. im Granit, mit geringen Prozentsätzen enthalten. Zu den (seltenen) hochprozentigen U-Mineralien gehört das →Uranpecherz (etwa 80 % U-

Dioxid, UO₂) und der Karnotit (etwa 55 % U-Dioxid, Rest vorwiegend Vanadiumoxid). Wegen seiner starken Affinität zum Phosphor ist U. in Phosphat-sedimenten oft überdurchschnittlich angereichert. Ebenso können große Kohle-, Erdöl- und Ölschieferlager so stark uranführend sein, daß die Gewinnung als Nebenprodukt lohnt. – Bes. in Kanada und den Verein. Staaten haben sich Schürferverfahren bewährt, bei denen Szintillationszähler die vom U. ausgesandten Gammastrahlen registrieren. Zur Gewinnung reinen U. wird U-Trioxid mit Kohle, Wasserstoff oder Aluminium reduziert. Daneben gibt es weitere, z.T. geheimgehaltene Gewinnungs-



Uranvorkommen

verfahren. Reines U., ein bei bläulicher Tönung silberweißes, hartes Schwermetall, wird hauptsächlich zur Erzeugung von Atomenergie und als Neutronenquelle, ferner als Ausgangsstoff für die künstl. Erzeugung von Kernen anderer Elemente verwendet (→Reaktor). Gelegentlich wird Eisen zur Herstellung pyrophorer Legierungen und von Spezialstählen mit U. legiert. – VERBINDUNGEN. Das ziemlich unedle Metall reagiert mit Wasser und Säuren; gegen Laugen ist es unempfindlich. Das U-Trioxid, UO₃, ist amphoter. Mit starken Basen bildet es die Salze der schwerlöslichen U-Säure, H₄UO₆, die Uranate, und der Diuransäure, H₂UO₄, die Diuranate. Das Natriumdiuranat ist ein bekannter gelber Farbstoff („U-Gelb“; auch für Gläser). Mit starken Säuren bildet das U-Trioxid die Uranylsalze, z. B. das auch in der Photographie verwendete Uranylinitrat, UO₂(NO₃)₂. Die Uranylsalze sind als Fluoreszenzstoffe, z. B. im „U-Glas“, ver-

wendbar. *U.-Karbid*, UC_2 , dient als Katalysator bei der Ammoniaksynthese. – Die Moleküle des leichtflüchtigen *U.-Hexafluorids*, UF_6 , haben je nach der Massenzahl des gebundenen U.-Atoms etwas verschiedene Diffusionsgeschwindigkeiten. Dieser Umstand läßt sich zur Anreicherung des spaltbaren U.-Isotops 235 (Anteil im natürl. U.: 0,7 %) ausnutzen. – Die U.-Verbindungen sind z. T. giftig und schwach radioaktiv, für Kernreaktionen geeignet.

Die metall. Rohstoffe, hg. v. KRUSCH-FRIEDENSBURG, H. 10: Uran (1954); W. SCHREITER: Seltene Metalle, Bd. 3 (1962).

Uranbrenner, → Reaktor.

Uranlignimmer, tetragonale uranhaltige Mineralien, meist in dünnen Täfelchen, z. B. der grüne *Kupfer-U.*, $Cu(UO_4PO_4) \cdot 8H_2O$, und der gelbe *Kalk-U.*; in Pegmatiten und Granitgängen, z. B. bei Johanngeorgenstadt/Erzgebirge, bei Wölsendorf/Oberpfalz.

Uraniden, → Aktiniden.

Uranpecherz, *Pechblende*, kubisches Mineral, UO_2 , schwarz, meist derb bis dicht, in Pegmatiten, wichtigstes Uran- und Radiumerz. Bedeutende Vorkommen in Joachimstal (Böhmen), Katanga (Afrika).

Uranus, der siebte → Planet, astronom. Zeichen ♅, ist von 6. Größe und erscheint als grünliches Scheibchen von 3,7" Durchmesser. Sein Abstand von der Erde schwankt zwischen 2600 und 3150 Mio km. U. umkreist die Sonne einmal in 84,01 Jahren in einem mittleren Abstand von 2867,83 Mio km. Sein Durchmesser beträgt $53,39 \cdot 10^3$ km, die Oberflächestemperatur etwa $-183^\circ C$. Er rotiert in $10\frac{1}{4}$ Stunden um seine Achse derart, daß seine Äquatorebene gegen die Bahnebene um 98° geneigt ist, so daß man von der Erde aus in Abständen von seiner halben Umlaufzeit die Pole etwa in der Mitte der Planetenscheibe sieht. Nach Größe und Aufbau gehört U. zu den großen Planeten wie Jupiter und Saturn. Ein verhältnismäßig kleiner innerer Kern aus Stein und Metallen dürfte von einem Eispanzer und einer ausgedehnten, undurchsichtigen Atmosphäre umgeben sein, vermutlich hauptsächlich aus Wasserstoffverbindungen, von denen Methan deut-

lich im Spektrum des U. hervortritt. Die 5 Monde des U. bewegen sich innerhalb seiner Äquatorebene. U. wurde 1781 von W. HERSCHEL entdeckt.

Urca-Prozeß, ein von GAMOW und SCHOENBERG hypothetisch angenommener Vorgang im Innern sehr heißer Sterne, bei dem durch einen inversen Betazerfall von Atomkernen, d. h. durch den Einbau von Elektronen in diese, u. a. auch Neutrinos entstehen, die ungehindert den Stern verlassen und ihm so Energie entziehen können. Unter geeigneten Bedingungen führt dies zu so großem Energieverlust für den Stern, daß dieser eine starke Kontraktionsbewegung ausführt.

Urease, ein im Pflanzenreich, bes. in Samen (Bohnen) weit verbreitetes Enzym; spaltet Harnstoff in Kohlendioxid und Ammoniak.

Ureide, Verbindungen des Harnstoffs mit organ. Säuren, entsprechen im Aufbau den Säureamiden, Die wichtigsten U. sind Parabansäure (Oxalylharnstoff), → Barbitursäure (Malonylharnstoff), Dialursäure (Tartronylharnstoff), Alloxan (Mesoxyalharnstoff), Hydantoin (Glykolylharnstoff). – **Diureide**, Kondensationsprodukte organ. Säuren mit zwei Molekülen Harnstoff; das wichtigste ist Harnsäure.

Urethane, die Ester der Karbaminsäure. Manche, wie das gewöhnl. U. (Äthylurethan), $NH_2 \cdot COOC_2H_5$, dienen u. a. als Schlaf- und Beruhigungsmittel. **Polyurethane**, → Kunststoffe.

Uronsäuren, Aldehydkarbonsäuren, die durch teilweise Oxydation einfacher Aldehydzucker entstehen: aus Glukose *Glukuronsäure*, aus Mannose *Mannuronsäure*, aus Galaktose *Galakturonsäure*.

Urtiersubstanz, absolut reine formelgerechte Chemikalie, die zur Faktoreinstellung von Normallösungen verwendet wird, z. B. Na_2CO_3 , $Na_2C_2O_4$, As_2O_3 , $K_2Cr_2O_7$, $AgNO_3$.

Urschenin, ein Allergie erzeugendes Derivat des Brenzkatechins mit ungesättigter Seitenkette aus dem amerikanischen Gift-Efeu.

USTOL-Flugzeug, Abk. aus engl. *Ultra Short Take-Off and Landing*, Ultrakurzstart und -landung, ein Luftfahrzeug, das für Start und Landung eine Strecke von nur 0 bis 150 m Länge benötigt.

V

V, 1) chemisches Zeichen für → Vanadin. **2)** Abkürzung für → Volt.

vados, GEOLOGIE: das Wasser, das im Kreislauf auf Niederschläge zurückgeführt werden kann, und diejenigen Anteile der Mineralsubstanz in Mineralquellen, die auf die Wiederauflösung von Mineralien von Sedimenten zurückgehen.

Vakuum, → Hochvakuumtechnik.

Val, Maßeinheit einer Konzentrationsangabe. 1 g Val entspricht soviel Gramm eines chem. Stoffes, wie sein Äquivalentgewicht (→ Äquivalent) angibt. Lösungen mit 1 Val/l heißen *Normallösungen*.

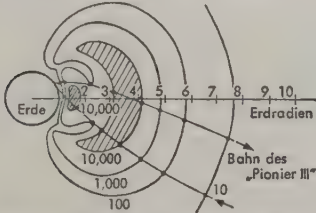
Valeriansäuren, Fettsäuren von der Zusammensetzung $C_nH_{2n}COOH$. Die gewöhnliche V. (*Baldriansäure*), die sich in der Baldrianwurzel (von *Valeriana officinalis*) findet, besteht hauptsächlich aus *Iso-V.*, $(CH_3)_2CH \cdot CH_2 \cdot COOH$, und dient zur Herstellung von Beruhigungsmitteln. Die Ester, vor allem des Äthyl-, Allyl- und Isoamylalkohols, riechen und schmecken fruchtig und werden für künstl. Aromen (Ananas, Apfel u. a. m.) verwendet.

Vanadin, *Vanadium*, V, chemisches Element, Metall; Ordnungszahl 23, Massenzahl 51, Atomgewicht 50,942; Schmelzpunkt $1735^\circ C$, Siedepunkt $3400^\circ C$, Dichte $6,0 \text{ g/cm}^3$. V. tritt häufig als Beimengung von Eisenerzen auf; seltener sind die eigentlichen V.-Erze, wie etwa *Patronit* (V_2S_5 , Peru), *Vanadinit* (im wesentl. $Pb_4(VO_4)_3Cl$), *Bleivanadat*, *Karnotit*. Auch der Galmey (→ Zink) kann bis zu 1 % V. enthalten. Viele V.-Vorkommen und der V.-Gehalt des Erdöls sind auf die V.-Anreiche-

rung in manchen Meerestieren (bis zu 15 %) zurückzuführen. Zur Gewinnung wird meist das V.-Oxid mit Aluminium oder Zerk-Mischmetall reduziert. Bei der Aufarbeitung von Eisenschlacken gewinnt man Ferro-V. (bis 80 % V., Rest Eisen). Metallisches V. ist in reinstem Zustand dehnbar, mit den meist vorhandenen Verunreinigungen aber hart und spröde. Durch (Ferro-) Vanadium-Zusatz wird Härte, Zähigkeit, Schwingungs- und Hitzefestigkeit von Stählen bedeutend gesteigert. – **VERBINDUNGEN**. Das beständige Oxid, das *V.-Pentoxid*, V_2O_5 , kann als Säureanhydrid angesehen werden; die zugehörigen Salze heißen *Vanadate*. V.-Pentoxid dient (neben anderen V.-Verbindungen) als Katalysator bei der Schwefelsäureherstellung und für Gläser, die UV-Licht absorbieren. Weitere V.-Verbindungen werden zur Herstellung von Farbstoffen verwendet.

Van-Allen-Gürtel, *Strahlungsgürtel der Erde*, ringförmiger Bereich hoher Strahlungsintensität, der die Erde in der Ebene ihres Äquators zwischen 600 km Höhe und einem Abstand von etwa 10 bis 12 Erdradien umgibt. Zu seiner Erklärung nimmt man an, daß Neutronen, die beim Einfall der kosm. Ultrastrahlung in der Stratosphäre entstehen, in die hohe Atmosphäre rückgestreut werden; bei ihrem Zerfall entstehen Protonen-Elektronen-Paare, die sofort vom Erdmagnetfeld eingefangen und im Bereich des V.-A.-G. zu Schraubenbewegungen um die Feldlinien in Richtung auf die Pole gezwungen werden. In höheren Breiten drängen sich die Feldlinien zusammen, so daß die Teilchen

schließlich wie in einer $\rightarrow$ magnetischen Flasche reflektiert werden, zum entgegengesetzten Pol wandern, dort wieder umkehren usw. Dabei driften Protonen außerdem nach Westen, Elektronen nach Osten um die Erde. Nach einer großen Anzahl von Umläufen fallen die Teilchen an den Spiegelungspunkten allmählich aus dem Gürtel aus, wobei vermutlich polarlichtähnlich. Erscheinungen entstehen. Die ursprünglich behauptete Zweiteilung des V.-A.-G. (BILD) wird heute wieder bezweifelt. Für die



Van-Allen-Gürtel in der ursprünglich angenommenen Zweiteilung: Gebiete gleicher Strahlungsintensität sind durch Kurven verbunden. Innerhalb der schraffierten Bereiche wurden mehr als 10000 Treffer/Is gemessen. (Nach Naturwiss. Rundschau.)

bemannte Raumfahrt ist der V.-A.-G. ein großes Hindernis, da die maximale Strahlungsintensität (5 r/h) weit über die Toleranzgrenze hinausgeht. Der V.-A.-G. wurde von einem amerikanischen Erdsatelliten entdeckt.

Van-Arkel-de-Boer-Verfahren, Verfahren zur Herstellung hochreiner Metalle, bes. von Zirkonium, Thorium und Titan durch Nachfraktionation. Das verunreinigte Metall wird durch Überleiten von Halogenen, insbes. Jod, in eine gasförmige Halogenverbindung überführt, die an einem erhitzten Metalldraht thermisch zersetzt wird. An dem Draht scheidet sich das hochreine Metall als grobkristalliner Block ab.

Vanillin, Riech- und Geschmacksstoff der Vanille, Methyläther des Protokatechualdehyds, im Kambialsaft der Fichten als Glukosid (Koniferin) enthalten, heute synthetisch gewonnen.

var, Abk. für *volt-ampère-réactif*, Maßeinheit der elektr. Leistung, identisch mit Watt, jedoch meist nur als Einheit der Blindleistung verwendet.

Variable, Veränderliche, $\rightarrow$ Funktion, $\rightarrow$ Unbestimmte.

Variation, 1) ASTRONOMIE: Störung des Mondumlaufs um die Erde durch die Sonnenanziehung. Zwischen Neumond und erstem Viertel wie zwischen Vollmond und letztem Viertel ist der wahre Mondort vor dem mittleren voraus (max. 39'), zwischen erstem Viertel und Vollmond wie zwischen letztem Viertel und Neumond ist er hinter ihm zurück. Bei Voll- und Neumond wie auch beim ersten und letzten Viertel ist die V. gleich Null. 2) MATHEMATIK: $\rightarrow$ Kombinatorik, $\rightarrow$ Variationsrechnung.

Variationsrechnung, ein Zweig der höheren $\rightarrow$ Analysis, sucht diejenigen Funktionen aufzufinden, die bestimmte „Extremalforderungen“ erfüllen, z. B. auf einer Fläche die kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten liefern. Die V. dient oft zur Lösung physikal. oder techn. Probleme ($\rightarrow$ Extremalprinzipien).

P. FUNK: V. u. ihre Anwendung in Physik u. Technik (1962); L. KOSCHMIEDER: V., 2 Bde. (*1962).

Variometer, Geräte zur Beobachtung der Veränderungen bestimmter Meßwerte, z. B. des Luftdrucks, der Schwere, des erdmagnetischen Feldes. Variographen registrieren den Meßwert fortlaufend.

1) **erdmagnet. Lokalvariometer** messen die Unterschiede des erdmagnet. Feldes von Ort zu Ort, so z. B. die $\rightarrow$ Feldwaage und die *Lloydsche Waage*.

2) **FUNKTECHNIK**: eine Spule mit einstellbarer Induktivität, ursprünglich als *Zylinder-V.* bestehend aus zwei ineinander drehbaren oder verschiebbaren, hintereinandergeschalteten Zylinderspulen. Das

Schleif-V. besteht aus einer einlagigen zylindrischen oder kegelförmigen Spule mit einem Schleifkontakt. Beim *Tauchkern-V.* (*Tauchkernspule*) wird die Induktivität durch Verschieben eines ferromagnet. Kernes (Massekerns) oder eines Aluminiumkerns geändert.

3) **LUFTFAHRT**: der $\rightarrow$ Steig- und Sinkgeschwindigkeitsmesser.

variskisches Gebirge, $\rightarrow$ Orogenese.

Vaseline, salbenart. Gemisch aus flüssigen und festen Kohlenwasserstoffen, bei der Destillation von Erdöl, Teer und Erdwachs gewonnen. Verwendung zum Schmieren feiner Maschinenteile, als Lederschmiere, Salbengrundlage. Durch weitere Destillation entsteht V.-Öl und das feste Zeresin.

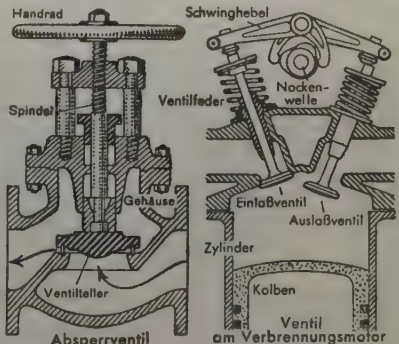
Vektographen, Vektographenbilder, zusammengehörige Teilbilder eines $\rightarrow$ Raumbildverfahrens, deren jedes im polarisierten Licht bei einer bestimmten Schwingungsrichtung unsichtbar wird. Die Bilder werden erzeugt in durchsichtigen Folien hochmolekularer Stoffe, deren Moleküle gerichtet sind und die beim Anfärben mit besonderen Farbstoffen polarisierende Eigenschaften besitzen. Die beiden Teilbilder werden auf zwei Folien gedruckt, deren Ausrichtungen gegeneinander um 90° gedreht sind. Betrachtet man beide Bilder durch eine Polarisationsbrille, so sieht jedes Auge nur das Bild, dessen Schwingungsrichtung mit der seines Polarisationsbrillenglasses übereinstimmt.

Vektor, MATHEMATIK und PHYSIK: eine Größe, die durch 3, allgemeiner durch n Zahlen (*V.-Komponenten*) in bestimmter Folge, also etwa (a_1, a_2, a_3) , festgelegt ist. Deutet man die 3 Zahlen als Koordinatendifferenzen im dreidimensionalen Raum, so kann man, wie es in der Physik üblich ist, als V. jede gerichtete Strecke bezeichnen. Dabei sind (in der euklid. Geometrie) Strecken mit den gleichen Koordinatendifferenzen, also durch Parallelverschiebung ineinander überführbare Strecken, Darstellungen desselben V.: jeder V. entspricht einer Klasse gerichteter Strecken. Zur Multiplikation eines V. mit einer Zahl multipliziert man jede V.-Komponente mit dieser Zahl. Zwei V. $(a_1, a_2, a_3) = a$ und $(b_1, b_2, b_3) = b$ addiert man durch Bildung der Summen entsprechender Komponenten: $(a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) = a + b$. Das skalare oder innere Produkt $a \cdot b$ zweier V. a und b ist die Zahl $a_1 b_1 + a_2 b_2 + a_3 b_3$. Das vektorielle oder äußere Produkt $a \times b$ derselben V. ist der V. $(a_2 b_3 - a_3 b_2, a_3 b_1 - a_1 b_3, a_1 b_2 - a_2 b_1)$; als Strecke gedeutet ist es eine auf a und b senkrecht stehende Strecke, deren Länge gleich dem Inhalt des von a und b aufgespannten Parallelogramms ist. Dabei müssen $a, b, a \times b$ ein Rechtssystem ($\rightarrow$ Windungssinn) bilden.

V. und $\rightarrow$ Tensoren hängen eng zusammen: ein V. kann auch als *Tensor 1. Stufe* bezeichnet werden.

Ventil, 1) ein Absperrorgan, hebt sich vorwiegend in senkrechter Richtung von der Sitzfläche ab (*Hub-V.*) im Gegensatz zu *Schieber* und *Hahn*.

Selbsttätige V. werden durch den Druck des Ga-



Ventil: links Absperrventil, rechts Ventile am Verbrennungsmotor.

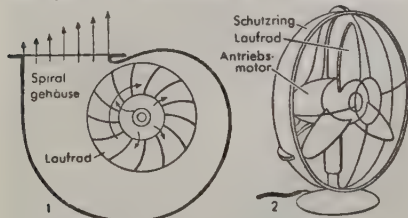
Ventilator – Verbrennung

ses oder der Flüssigkeit angehoben; sie schließen, sobald der Druck nachläßt, durch die Kraft einer Feder oder durch das Eigengewicht. *Gesteuerte V.* werden von außen durch die Steuerung bewegt.

Beim *Platten-V.* sitzt eine meist runde Platte einer meist ringförmigen ebenen Fläche im V.-Gehäuse, dem V.-Sitz, auf. Die Sitzfläche des *Kegel-V.* ist ein Kreiskegelschnitt, das *Kugel-V.* hat eine Kugel als Abschlußorgan. Um bei kleinem Hub große Querschnitte freizulegen, werden einfache und mehrfache *Ring-V.* gebaut, bei denen der Ventilator in einem oder mehreren konzentrischen Ringen angeordnet ist. *Rückschlag-V.* sind Sperrschalter in Rohrleitungen, die bei entgegengesetzter Strömungsrichtung sofort selbsttätig schließen. *Ventilsteuerungen* arbeiten mit V., die durch Kurven- oder Wälzhebelgetriebe oder durch Druckluft betätigt werden. Wird das V. beim Öffnen und beim Schließen von dem Steuerungsgetriebe geführt, so heißt die V.-Steuerung *zwangsläufig*. Fällt dagegen bei der Schließbewegung das V. unter Wirkung einer Schließfeder frei herab, so spricht man von *freifallender* oder *kraftschlüssiger V.-Steuerung*.

2) Schaltelemente, die den elektr. Strom nur in einer Richtung fließen lassen, → Gleichrichter, → Thyatron, → Elektronenröhre, → Detektor.

Ventilator, Lüfter, ein → Verdichter mit sehr niedrigem Druckverhältnis zur Erzeugung einer



Ventilator: 1 Schema eines Grubventilators; 2 Tischventilator.

Luftströmung (Autokühler), zur Be- oder Entlüftung von Räumen (Tunnel, Schächte). → Schraubenlüfter fördern die Luft in Axialrichtung, Schaufellüfter in Richtung des Radius.

Venturirohr, → Saugdüse.

Venus, der zweite Planet, astronom. Zeichen ♀, läuft in 224,7 Tagen einmal in einem mittleren Abstand von 108,1 Mio km um die Sonne. Ihr Durchmesser ist 12610 km, die Neigung der Rotationsachse gegen die Bahnebene 32°, die Rotationsdauer wahrscheinlich einige Tage, die Oberflächentemperatur schwankt zwischen etwa +60°C und -25°C.

Die V., deren Aufbau dem der Erde gleichen dürfte, ist in eine undurchsichtige, stark reflektierende Atmosphäre gehüllt, in der im ultravioletten Licht einige parallele Streifen schwach angedeutet sind, die auf die Rotation hinweisen. Im Spektrum tritt besonders Kohlendioxid hervor, das etwa 250mal häufiger als in der Erdatmosphäre sein dürfte. In sehr geringen Mengen ist Stickstoff, vielleicht auch Wasserstoff und Wasserdampf vorhanden. V. kann in unterer Konjunktion der Erde bis auf 42 Mio km nahe kommen; in oberer Konjunktion ist sie 258 Mio km von der Erde entfernt. Aus dieser entferntesten Lage tritt V. langsam östlich der Sonne als *Abendstern* hervor und erreicht ihre größte östliche Elongation nach 220 Tagen. Danach bewegt sie sich nach W und erscheint mit der größten westl. Elongation nach 144 Tagen als *Morgenstern* westl. der Sonne. In oberer Konjunktion ist V. voll beleuchtet und hat den kleinsten Durchmesser von nur 10". In unterer Konjunktion hat sie einen Durchmesser von über 60", ist aber ganz dunkel oder zeigt eine schmale beleuchtete Sichel.

Bei unterer Konjunktion kann ein *Venusdurchgang* durch die Sonnenscheibe eintreten. Dabei projiziert sich die V. als dunkler Punkt auf die Sonnenscheibe. Sie beschreibt eine Sehne, aus deren Vermessung

man die Entfernung Erde-V. berechnen kann. Nächste V.-Durchgänge: 7. 6. 2004, 5. 6. 2012.

Veränderliche, → Unbestimmte.

Veränderliche Sterne, Sterne mit veränderl. Zustandsgrößen, bes. Schwankungen der Helligkeit. Es sind etwa 15000 V. S. bekannt. Sie werden durch große latein. Buchstaben in Verbindung mit dem Sternbild benannt, z. B. VV Cephei. Über *Bedeckungsveränderliche, →* Algol. Bei den eigentlichen V. S. liegt die noch unbekannte Ursache der Veränderlichkeit im allgemeinen im Inneren des Sterns. Bei den *pulsierenden Sternen* werden die Veränderungen durch im allgemeinen periodische (*Cepheiden*, Periode etwa 1–50 Tage, Änderung um mehrere → Größenklassen, *RR Lyrae-Veränderliche*, Periode unter 1 Tag, Änderung eine Größenklasse) oder fastperiod. (*Mirasterne*, 100 bis 1000 Tage) Schwankungen von Radius, Temperatur, Dichte charakterisiert, bei den *explodierenden Sternen* durch plötzliche, mitunter sich wiederholende Ausbrüche von Strahlung, oft auch von atmosphärl. Gasmassen (→ *Novae*). 'Flare Stars' zeigen Strahlungsausbrüche von wenigen Minuten Dauer, von der Art der Eruptionen auf der Sonne, nur in viel größerem Ausmaße.

Die Klasseneinteilung der pulsierenden V. S. wird durch die Perioden-Helligkeits-Beziehung (→ Periode 1), die Perioden-Spektren-Beziehung und die Perioden-Dichten-Beziehung ermöglicht, die der explodierenden Sterne dadurch, daß die Zeitintervalle zwischen den Ausbrüchen durchschnittlich mit der Stärke des Ausbruchs zunehmen.

Bei bestimmten V. S. beruht die Veränderlichkeit wahrscheinlich auf einer Wechselwirkung umgebender → interstellarer Materie mit den Sternatmosphären (*R Coronae Borealis*, *T Tauri*, *Orion-Veränderliche*).

B. W. KUKARKIN: Erforschung der Struktur u. Entwicklung der Sternsysteme (1954).

Verarbeitungsmaschine, eine Maschine, in der Werkstoffe oder Werkstücke zu einer höheren Stufe der Verarbeitung geführt werden, z. B. Papier-V. für Tüten oder Briefumschläge, Textilmaschinen, Glasmaschinen für Flaschen, Gläser, u. a.

Verband, Grundbegriff der Mathematik, eine teilweise geordnete Menge, in der je zwei Elemente unter ihren gemeinsamen Nachfolgern einen frühesten und unter ihren gemeinsamen Vorgängern einen spätesten besitzen.

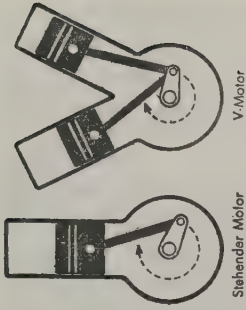
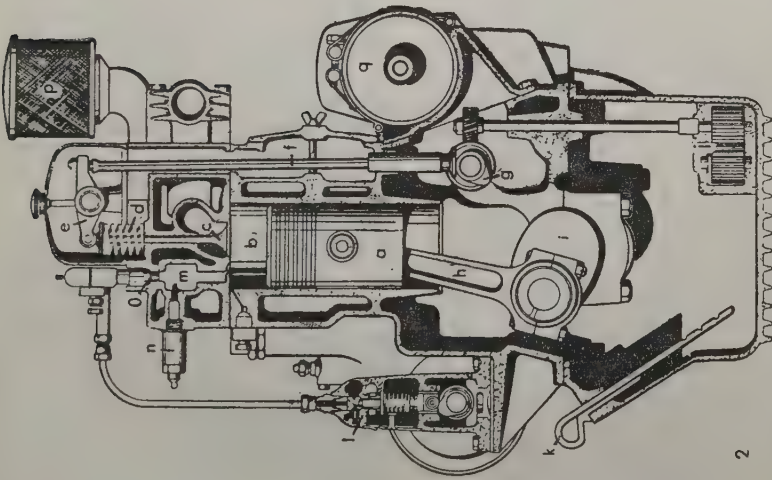
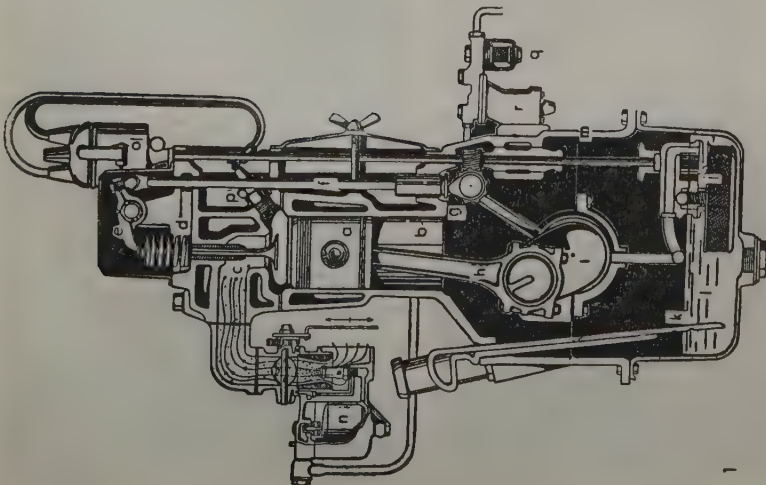
H. HERMES: Einf. in die V.-Theorie (1955).

Verbindung, chemische, aus chem. Elementen in bestimmten Verhältnissen zusammengesetzter Stoff. Der Zusammentritt von Elementen zu V. erfolgt stets unter Aufnahme oder Abgabe einer ganz bestimmten Energiemenge (*Bildungswärme*). Die V. unterscheiden sich in den Eigenschaften wesentlich von den Elementen, aus denen sie sich aufbauen.

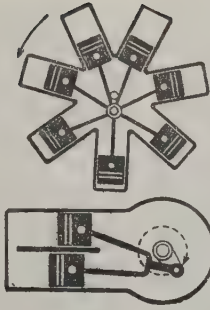
Man unterscheidet nach der Zahl der beteiligten Elemente (*Atomarten*) *binäre, ternäre, quaternäre* usw. V. (z. B. H_2O , KNO_3 , NH_4SCN). Andererseits spricht man im Hinblick auf die chem. Bindung der Atome auch von *polarer (heteropolarer), unpolaren (homopolaren) und metallischen V.* V. aus rein metallischen Elementen, wie sie etwa in Legierungen vorkommen, werden auch als *intermetallische V.* bezeichnet. Zusammengesetzte V. sind die *Additions-V., Anlagerungs-, Einlagerungs-, Koordinations-V.* (→ Komplexverbindung), *Molekül-V.* (gebildet aus selbständigen Molekülen). Diese Zusammenlagerung in zweiter Stufe ist häufig weniger fest als die Vereinigung der Atome in den einfachen V. → Chemie, Abschn. Nomenklatur.

verbleien, das Überziehen von Gegenständen mit Blei, meist zum Schutz gegen Säuren, wird ausgeführt: elektrolytisch (→ Galvanotechnik), durch Eintauchen in Schmelzbäder, Aufschmelzen mit dem Schweißbrenner, durch Auskleiden mit Blech, oder nach dem → Metallspritzverfahren. Bei den schmelzflüssigen Verfahren verwendet man Legierungen mit Sn, Sb, Cu u. a., da reines Blei schlecht haftet.

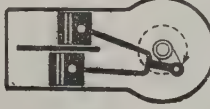
Verbrennung, CHEMIE: die Oxydation brennbarer Stoffe unter Flammenbildung. Bei *vollkomme-*



V-Motor



Stern-Motor



Doppelkolben-Motor



Boxer-Motor



Gegenkolben-Motor

3

Verbrennungsmotor: 1 Aufbau eines Ottomotors; a Kolben, b Zylinder, c Ventil, d Ventillfeder, e Kipphebel, f Stoßstange, g Nocken, h Pleuelstange, i Kurbelwelle, j Ölpumpe, k Ölneßstab, l Ölwanne, m Kurbelgehäuse, n Vergaser, o Zündverteiler, p Zündkerze, q Benzinzufuhr, r Benzinpumpe, 2 Aufbau eines Dieselmotors; a-k wie bei 1, l Einspritzpumpe, m Vorkammer, n Glühkerze, o Einspritzdüse, p Luftfilter, q Lichtmaschine, 3 Motorformen. (1 und 2 aus: Esso-Handbuch, 3 aus: Zumbühl, Motoren)

Verbrennungsmotor – Verdrängerverdichter

ner V. sind die Verbrennungsprodukte bei allen organ. Brennstoffen vorwiegend Kohlendioxid und Wasserdampf. Bei unvollkommener V. von Koks, Grude und Holzkohle tritt Kohlenoxid auf.

Verbrennungsmotor, kurz *Motor* (hierzu TAFEL), eine Wärmekraftmaschine, bei der durch Verbrennung eines Kraftstoff-Luft-Gemisches Arbeit geleistet wird.

Das Kraftstoff-Luft-Gemisch verbrennt in einem Zylinder und schiebt den → Kolben vor sich her. Der Zylinderdeckel (*Zylinderkopf*) enthält meist die von außen gesteuerten Ein- und Auslassventile mit -kanälen (*Steuerung*), sowie je nach Arbeitsverfahren → Zündkerze oder → Einspritzdüse; zwischen ihm und dem Kolben in der oberen Totpunktlage befindet sich der *Brennraum*. Die im Zylinder von den Verbrennungsgasen geleistete Expansionsarbeit wird vom Kolben über die Pleuelstange auf den Kurbelzapfen der Kurbelwelle übertragen und meist unter Zwischenschaltung eines Schwungrads nach außen abgegeben.

VIERTAKTMOTOREN arbeiten mit vier *Hüben* (*Takten*), darunter ein *Arbeitshub*, bei zwei Kurbelwellenumdrehungen. Im 1. Takt (*Ansaughub*) wird das Kraftstoff-Luft-Gemisch (beim Ottomotor) oder die Luft (beim → Dieselmotor) vom Kolben angesaugt. Im 2. Takt (*Verdichtungs-, Kompressionshub*) wird die angesaugte frische Ladung durch den zurückgehenden Kolben verdichtet, Ventile sind geschlossen. Am Ende des 2. Taktes, kurz vor dem oberen Totpunkt, wird das Gemisch gezündet, oder es wird Gasöl eingespritzt, wodurch die Wärmeentwicklung infolge Verbrennung des Kraftstoffs beginnt; sie endet kurz nach dem oberen Totpunkt; Temperatur und Druck steigen. Der 3. Takt (*Dehnungs-, Arbeitshub*); die unter Druck von 30–70 atm stehenden Gase von 1700–2500° C treiben den Kolben nach unten; kurz vor dem unteren Totpunkt öffnet sich das Auslassventil, die Abgase puffen aus dem Zylinder aus. Der im 4. Takt nach oben gehende Kolben schiebt die restlichen Abgase aus dem Zylinder.

Beim ZWEITAKTMOTOR ist jeder zweite Kolbenhub ein Arbeitshub. Im 1. Hub wird die frische Ladung durch den nach oben gehenden Kolben verdichtet, kurz vor dem oberen Totpunkt gezündet oder das Gasöl eingespritzt, anschließend verbrannt. Im 2. Hub treiben die Gase, deren Druck durch die freigewordene Verbrennungswärme angestiegen ist, den Kolben nach unten. Kurz vor der unteren Totpunktage puffen die Abgase aus. Das Frischgas wird durch eine meist von der Kurbelwelle angetriebene Lade- oder Spülpumpe oder in der Kurbelkammer auf höheren Druck verdichtet und kurz vor Beginn des Verdichtungshubes in den Zylinder gedrückt. Mit Zwei- und Viertaktmotoren lassen sich ungefähr die gleichen Leistungen erzielen.

DOPPELTWIRKENDE V. haben auf jeder Kolben-seite einen Brennraum. Sie werden für sehr große Leistungen gebaut, Dieselmotoren im Zweitakt-, Großgasmaschinen meist im Viertaktverfahren.

Bei TANDEMMASSCHINEN sind zwei doppelwirkende Zylinder, deren Kolben durch eine Kolbenstange miteinander verbunden sind, hintereinandergelegt; auf eine Kurbelkröpfung oder auf einen Kreuzkopf wirken also vier Arbeitsräume.

Die *Steuerung* eines Viertaktmotors ist eine Ventil-, selten eine Schiebersteuerung; der Zweitaktmotor hat meist Schlitzsteuerung (→ Spülung).

Die *Zündung* wird bei Diesel- und Kohlenstaubmotoren durch Kompression (Selbstzündung) ausgelöst. Beim Ottomotor wird das Gemisch durch einen an der Zündkerze überspringenden Funken gezündet (Fremdzündung). Bei Flugmotoren wird der Kraftstoff auch mit Einspritzpumpe und Einspritzdüse während des Saughubs eingespritzt. Beim Verdichtungs- und auf 300 bis 400°C erwärmt. Beim → Gasmotor mit Einspritzzündung, einer Zwischenlösung zwischen Otto- und Dieselmotor, wird ein Gemisch von Luft und Gas oder Kraftstoffdampf etwas höher als beim Ottomotor verdichtet und kurz vor der oberen Totpunktage des Kolbens durch

Einspritzen eines leicht zündenden Kraftstoffs (Gasöl) entzündet (*Zündstrahlmotor*).

Um gleichmäßiges Drehmoment und guten Massenausgleich zu erhalten, werden die V. mit Ausnahme kleiner Motoren mehrzylinderig als Reihen-, V-, H- oder Sternmotoren gebaut. V. für flüssige Treibstoffe werden vorwiegend für Fahrzeuge verwendet: Ottomotoren mit Leistungen bis etwa 25 PS für Motorräder, von 20 bis 200 PS für Personewagen, bis 3500 PS als Flugmotoren. Kleine und mittlere Dieselmotoren werden bei Lastwagen, Omnibussen, Schleppern angewendet (10 bis 200 PS), mittelgroße und große Dieselmotoren in Schienentriebwagen und Lokomotiven (200 bis 2000 PS); Schiffe und Elektrizitätswerke benutzen Dieselmotoren mit Leistungen bis 18000 PS in einer Einheit. Große liegende Gasmotoren haben Leistungen bis 10000 PS.

Die V. in ihrer heutigen Form gehen auf N. OTTO (1867) zurück. DAIMLER, MAYBACH (1883/85) und BENZ (1885) schufen den leichten, schnelllaufenden Benzinmotor; den Dieselmotor entwickelte R. → Diesel.

E. OEHLE: Brennkraftmaschinen (1950); F. A. F. SCHMIDT: Verbrennungskraftmaschinen (*1951); K. LÖHNER: Brennkraftmaschine (*1963); H. R. RICARDO: Der schnelllaufende V. (*1954).

Verbrennungsofen, Gerät zur Durchführung der → Elementaranalyse. Der V. nach LIEBIG besteht aus einem mit Bunsenbrennern, heute auch elektrisch geheizten Eisengestell mit Tonrinne, in die das mit Kupferoxid und dem zu untersuchenden Stoff beschickte Verbrennungsrohr gelegt wird. Nach DENNSTEDT wird die Sauerstoffübertragung durch einen Platinsterm katalytisch beschleunigt.

Verbrennungsturbine, die → Gasturbine.

Verbundglas, ein Sicherheitsglas, → Glas.

Verbundmaschine, → Dampfmachine.

Verbundwirtschaft, die techn.-organisatorische Zusammenfassung mehrerer Betriebe zu gemeinsamer Arbeit zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit, insbes. in der Elektrizitätswirtschaft.

Mehrere in ein → Netz arbeitende oder untereinander durch eine → Sammelschiene verbundene Umspannwerke arbeiten zusammen. Um den Grundbedarf zu decken, werden in den Netzscherpunkten *Grundlastwerke* errichtet. *Spitzenkraftwerke* übernehmen die während der Verbrauchsspitzen auftretenden Zusatzleistungen. *Verbundnetze* sorgen dafür, daß wichtige Verbrauchspunkte (Ortschaften, Straßenzüge, Fabriken) nicht nur aus einem Netz gespeist werden, sondern aus zwei oder mehreren (*Verbundbetrieb*); mindestens werden die Verbrauchspunkte innerhalb eines Netzes mit mehr als einer Leitung und möglichst auch von mehr als einem Speisepunkt (Umspannwerk, Transformator) aus versorgt. *Querverbund* ist die Zusammenfassung kommunaler Unternehmen unter einer Leitung zur gemeinsamen Bewirtschaftung.

verchromen, das Überziehen von Gegenständen mit Chrom, geschieht meist elektrolytisch (→ Galvanotechnik). Bei der *Glanzverchromung* ist die Schichtdicke etwa 0,0005 mm, bei der *Hartverchromung* (Maschinenteile, Werkzeuge) größer.

verdampfen, in den gas- (dampf-) förmigen Zustand übergehen; auch techn. Verfahren zur Abtrennung eines Lösungsmittels aus Lösungen schwerflüchtiger Stoffe (Zucker, pflanzl. Öle).

Verdetsche Konstante, → Magnetooptik.

Verdichter, eine Arbeitsmaschine zum Fördern oder Verdichten von Luft, Gasen, Dämpfen. Je nach dem Verhältnis Enddruck: Ansaugdruck ($p_e:p_a$) werden unterschieden: Ventilatoren (Lüfter) mit $p_e:p_a = 1,0-1,1$; Gebläse mit $p_e:p_a = 1,1-3,0$; Kompressoren mit $p_e:p_a > 2,0$. Wichtigste Bauarten: → Kreiselverdichter, → Verdrängerverdichter.

Verdrängerverdichter, eine Maschine zur Förderung von Gasen durch abwechselndes Vergrößern und Verkleinern des Arbeitsraums; das Gas wird angesaugt, dann verdichtet und in die Druckleitung gedrückt. Der *Kolbenverdichter* arbeitet wie eine Kolbenpumpe (→ Pumpe). Bei größeren Verdich-

tungsverhältnissen werden mehrstufige V. verwendet, die als *Verbindkompressoren* oder als *Einzyklinder-Stufenkompressoren* mit *Stufenkolben* in einem Zylinder ausgeführt werden. Der kleinste handbetätigte V. ist die *Fahrradpumpe*. Der *Freikolbenverdichter* (*Kolbengebläse*) wird von einem Zweitakt-Dieselmotor mit gegenläufigen Kolben angetrieben, wobei der Verdichterkolben mit dem Motorkolben fest verbunden ist. *Kapsel- oder Zellenverdichter* und *Walzenverdichter* haben umlaufende Kolben (z. B. Rootsgebläse) und fördern kontinuierlich.

Verdrängungslagerstätten, Lagerstätten, in denen durch Stoffzufuhr unter „Verdrängung“ vorher vorhandener Mineralmenge neue Mineralarten gebildet worden sind. Bei Verdrängung von schwerlöslichen, silikatischen Gesteinen entstehen durch Imprägnation von Erzmineralien *Imprägnationslagerstätten*.

Verdrehung, allgemein: die Torsion oder Drillung, → Scherung.

Verdrehversuch, Prüfverfahren zur Ermittlung von Schubfestigkeitswerten. Versuchsstücke werden dabei so eingespannt, daß keine äußeren Zug- und Druck-Kräfte auftreten, und sie nur durch Drehmomente belastet werden.

Verdunstung, eine langsame Verdampfung, → Dampf, → sieden. In der Klimakunde spielt die V. (*Evaporation*) eine wichtige Rolle, da sie praktisch den gesamten Wassergehalt der Luft liefert und wegen ihres Wärmeverbrauchs (rd. 590 cal/g) auch ausschlaggebend im Wärmehaushalt der Atmosphäre ist. In die gesamte V. größerer Landflächen ist die Transpiration der Pflanzen einbezogen (*Evapotranspiration*). Die V. des Weltmeeres beträgt (nach Wüst 1954) 97 cm pro Jahr, sie steigt in den Tropen und Subtropen zwischen 35° Breite auf 120–140 cm. Mitteleuropa hat 40–45 cm V.

Veredelung, **METALLKUNDE**: die Behandlung von Silumin (→ Silizium) mit Natrium oder Natriumsalzen; auch bestimmte Oberflächenbehandlungen, wie das Bedrucken von Aluminiumfolien.

Vereisung, Eisbildung an Tragflächen-, Leitwerksvorderkanten und den Propellern der Flugzeuge beim Flug durch unterkühlte Wasserwolken, deren Tröpfchen beim Auftreffen auf das Flugzeug anfrischen, sowie (selten) beim Flug in unterkühltem Regen. Durch die Veränderung der Flächenprofile kann ein Flugzeug abstürzen. **Vereisungsschutz**: Heizung durch Warmluft oder Abgase, elektr. Heizung, aufblasbare Gummistreifen an den Vorderkanten der Profile, von denen das Eis abplatzt.

Verfahrenstechnik behandelt die physikal.-chem. Grundlagen techn. Reaktionsverfahren wie Zerkleinern, Mischen, Filtrieren, Destillieren, Trocknen, elektr. und magnet. Trenn- und Reinigungsverfahren, Kühlen, Erhitzen, Verdampfen, Schmelzen, Kristallisieren, Lösen. Diesen mehr physikalischen stehen die mehr chem. Verfahren wie Oxydieren, Hydrieren, Nitrieren u. dgl. gegenüber.

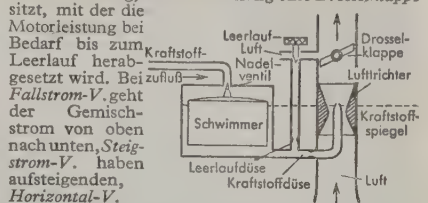
Verflüssigung, → Kondensation, → Luftverflüssigung.

Verformung, **METALLKUNDE**: plastische Gestaltänderung. Die Verformbarkeit im festen Zustand beruht darauf, daß Kristallite von Metallen nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten zu Gleitungen und Zwillingsbildung befähigt sind und so durch Walzen, Schmieden, Pressen, Ziehen u. a. verformt werden können. Bei der *Warm-V.* bilden sich im verformten Gefüge neue Kristalle, → Rekristallisation. Hierdurch können Gußblöcke mit großen Querschnitten bis zu feinsten Blechen und Drähten verformt werden. Bei der *Kalt-V.* nehmen Festigkeit, Streckgrenze und Härte zu, während die Dehnung kurz vor dem Bruch abfällt.

vergällen, → denaturieren.

Vergaser, stellt beim Ottomotor das für die Verbrennung notwendige Kraftstoff-Luft-Gemisch her. Der Kraftstoff fließt vom Tank zum Schwimmergehäuse, in dem ein Schwimmer die Zufuhr regelt (BILD), durch die *Kraftstoffdüse* zur *Zerstäuberdüse*, wo er von der vom Zylinder angesaugten Luft erfasst und fein zerstäubt wird, so daß er anschließend teilweise verdampfen kann. Das Gemisch gelangt in die

Verteilerleitung, an deren Anfang eine *Drosselklappe* sitzt, mit der die Motorleistung bei Bedarf bis zum Leerlauf herabgesetzt wird. Bei *Fallstrom-V.* geht der Gemischstrom von oben nach unten, *Steigstrom-V.* haben aufsteigenden, *Horizontal-V.* waagerechten Gemischstrom. Bei *schwimmerlosen V.* ist das Schwimmergehäuse durch ein System von Membranen und Federn zur Gleichhaltung des Benzindrucks ersetzt.



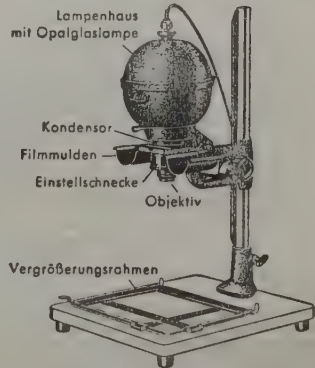
Vergaser (Schema)

Vergasung, → Gas, → Untertagevergassung.

vergolden, das Überziehen von Gegenständen mit Gold (von Metallen → Galvanotechnik, *Double*), Goldbronze pulver („bronzieren“), Blattgold oder durch → Kathodenzerstäubung. Beim *Feuervergolden* wird Goldamalgam (Gold-Quecksilber-Legierung) aufgetragen und das Quecksilber verdampft. Bei Bucheinbänden werden erhitze Stempel oder Rollen in der *Vergolderpresse* mit dem Muster auf die mit Blattgold belegten Stellen „abgedruckt“.

Vergrößerung, **OPTIK**: meist das Verhältnis der linearen Abmessungen von Bild und Gegenstand (*Lateral-V.*), z. B. bei Mikroskopen, Bildwerfern, Lupen; bei Fernrohren das Verhältnis der Bildwinkel mit und ohne Fernrohr (*Winkel-V.*). Das Verhältnis der Tiefenausdehnung von Bild und Gegenstand, d. h. in Richtung der optischen Achse, heißt *Tiefen-V.* Sie ist gleich dem Quadrat der *Lateral-V.*

Vergrößerungsapparat, **PHOTOGRAPHIE**: ein Gerät zur Herstellung von vergrößerten Kopien; besteht aus einer Lichtquelle (meist Opallampe), Kondensor, dem Negativhalter zum Einlegen und Planhalten des Negativs, dem Objektiv, dessen Entfernung vom Negativ einstellbar ist, der Stativsäule,



Vergrößerungsapparat

an der diese Einrichtung nach der Höhe verstellbar befestigt ist und dem Tisch, auf den die Vergrößerungskassette gelegt wird. Objektiv- und Höhenverstellung ergeben gemeinsam den Vergrößerungsmaßstab und sind bei hochwertigen V. miteinander gekoppelt (automatische Scharfeinstellung).

vergüten, (1) Verbesserung von Stählen und Legierungen durch → Wärmebehandlung. (2) Überziehen der Oberflächen photograph. Linsen mit einer dünnen Schicht meist von Magnesium- oder Lithiumfluorid zur Verminderung der Reflexionsverluste.

Verkieselung, *Silizifikation*, die nachträgliche Durchtränkung eines Gesteins oder Fossils mit Kieselsäure, die sich als Quarz (*Verquarzung*), seltener als Opal abscheidet und den ursprüngl. Stoffbestand ganz ersetzen kann.

verkupfern, das Aufbringen eines Kupferbelages auf andere Metalle, meist galvanisch (→ Galvanotechnik) in Bädern, die Kalium- oder Natriumkupfercyanid enthalten, oder bei starken Überzügen auch in sauren Kupferbädern (Kupfersulfat und Schwefelsäure).

Verlustfaktor, → Dämpfung.

Vermessungskunde, die → Geodäsie.

vernickeln, das Überziehen von Metallgegenständen mit Nickel, meist galvanisch (→ Galvanotechnik) in Bädern, die hauptsächlich Nickelsulfat, Borsaure, geringe Chlorid- und meist Glanzzusätze enthalten.

Verpackung, Umhüllung von Waren mit Papier, Pappe, Kunststoffen, Holz, Textilien, Metallfolien, Blech, Transparentfolien u. ä. Gasfeste Folienbeutel erhalten die Feuchtigkeit (Lebensmittel). Papier und Pappe werden durch Kunststoff-Imprägnierung wasser- und fetticht gemacht, wodurch sie für viele Zwecke an die Stelle von Blech und Holz treten können. Empfindl. Apparate und Maschinen werden nach dem Tauchverfahren oder nach dem Kokonverfahren korrosionsfest mit Kunststoff überzogen.

Verschlebung, *dielektrische V.*, *Verschlebungskonstante*, *Verschlebungstrom*, → Elektrizität.

Verschlebungsgesetz, *Wiensches V.*, ein → Strahlungsgesetz.

Verschiebungstheorie, *Theorie der Kontinentalverschiebung*, *Epirogenese*, von A. WEGENER begründete Theorie, nach der die Kontinente, als leichtere Sialschollen auf zähem Sima schwimmend, ihre Lage zueinander im Lauf der Erdgeschichte durch horizontale Verschiebung (*Drift*) änderten. Sie bildeten anfänglich in einem großen pazif. Meer eine zusammenhängende Landmasse (*Pangaea*), die sich erst seit dem Mesozoikum auflöste, wobei die Kontinente und Weltmeere entstanden. An der Front der abtreibenden Schollen entstanden Faltengebirge, auf der Rückseite Inseln, Inselbögen und große Meerestiefen (z. B. in Ostasien). Die V. erklärt manche pflanzen- und tiergeograph. Erscheinungen besser als andere Theorien, widerspricht aber vielen Tatsachen des geolog. Baus der Festländer.

A. WEGENER: Die Entstehung der Kontinente und Ozeane (†1961).

Verschleiß, die Abtragung von Werkstoffteilchen von aufeinander gleitenden oder rollenden (wälzenden) Teilen. Außer dem mechan. V. (*Abnutzung*) durch → Reibung entsteht V. durch Korrosion.

Verschluß, 1) der den Lauf (Rohr) nach hinten abschließende (bewegliche) Teil der Hinterlade-Feuerwaffen, bei → Handfeuerwaffen meist *Schloß* genannt. Bei Feuerwaffen für Geschosse mit Metallhüllen enthält der V. auch die Spann-, Abzugs-, Sicherungs- und Auswerfeinrichtung und dient mit zum Einschleiben der Geschosse.

2) Vorrichtung in photograph. Kameras, die den bilderzeugenden Lichtstrom wahlweise hindurchläßt oder unterbricht. Der *Zentral-V.* ist in das Objektiv oder dicht dahinter oder davor eingebaut; ein Federwerk schleudert beim „Auslösen“ mehrere Lamellen aus dem Strahlengang heraus und läßt sie wieder zurückspringen. Sie sind meist mit der Irisblende zusammengebaut und einstellbar für Belichtungszeiten zwischen 1 s und $\frac{1}{1000}$ s, wobei Blendens- und Zeiteinstellung derart gekuppelt sein können, daß eine einzige Einstellung (*Lichtwert*) genügt. Der *Schlitz-V.* für Belichtungszeiten bis $\frac{1}{1000}$ s ist ein „Vorhang“ aus Stoff oder Metall mit einem in der Breite einstellbaren Schlitz, der dicht vor der photograph. Schicht vorbeigezogen wird. Für Luftbildkameras dienen wegen ihres großen Formats und zur Herstellung von Serienaufnahmen bes. Verschlußarten, z. B. Kugelschalen- und Jalousie-V.

Verselfung, die Spaltung der Fette durch Kochen mit Alkalien in Glycerin und Seifen, allgemein auch die Aufspaltung organ. Verbindungen unter Aufnahme von Wasser.

Versuchung, *radioaktive V.*, Verunreinigung von Luft, Boden, Wasser, Nahrung sowie des menschl. Körpers mit radioaktiven Isotopen. Die *Luft* enthält an natürl. radioaktiven Bestandteilen vor allem Radium-Emanation und Thorium-Ema-

nation sowie deren Folgeprodukte. Dazu kommen die künstl. radioaktiven Bestandteile aus Atom-bombenexplosionen. Zu den längstlebigen radioaktiven Spaltprodukten der Luft gehört das Sr 90 (Halbwertszeit 19,9 Jahre). Die Luftradioaktivität wird heute an vielen Orten durch Filtergeräte, durch die größere Luftmengen gesaugt werden, oder durch Auffänger (klebrige Folien) laufend registriert. – Die *Bodenradioaktivität* rührt her von dessen natürl. Gehalt an Ra 226, Th 232 und K 40. Zusammen mit der kosm. Ultrastrahlung bildet sie den Hauptanteil der natürl. Strahlenbelastung des Menschen. Die V. von Luft und Boden kann sich auch über Tiere und Pflanzen auf den Menschen übertragen. Dabei kann sich in biolog. Kreisläufen die Radioaktivität durch Anreicherung bis zum 1000fachen steigern. – Das Wasser der Niederschläge, das radioaktive Bestandteile der Luft aufnimmt, ist meist sehr viel stärker radioaktiv als Fluß- und Trinkwasser, das durch den Boden gut gefiltert wird. – Der menschliche Körper enthält neben K 40, C 14 und Ra 226 sowie Radium-Folgeprodukten geringe Mengen künstlicher Radioaktivität, z. B. Sr 90 (im Knochen) und γ 131 (in der Schilddrüse). Wegen des raschen Stoffwechsels bei Kindern findet man in deren Knochen relativ viel Sr 90; jedoch beträgt dessen Aktivität bisher nur etwa $\frac{1}{100}$ der natürl. Aktivität im Körper.

Versiegelung von Holzfußböden, das Streichen mit abriebfesten, durchdringenden Lacken.

Verständlichkeit, *ELEKTROAKUSTIK*: ein Maß für die Güte einer Fernsprechverbindung oder einer Lautsprecher-Beschallungsanlage. Man unterscheidet *Laut-, Silben-, Wort- und Satz-V.* Die als Kriterium wichtigste Silben-V. wird definiert als die Zahl der von 100 über das Übertragungssystem richtig verstandenen *Logatomen* (künstl. Silben).

Verstärker, 1) *NACHRICHTENTECHNIK*: ein Gerät, in dem, gesteuert durch zeitabhängige schwache Spannungen oder Ströme, stärkere Spannungen oder Ströme gleicher Zeitabhängigkeit erzeugt werden. *Röhren-V.* werden meist leistungslos gesteuert (nur mit Spannungen). *Transistor-V.* nehmen stets auch einseitige Leistung auf. Für spezielle Zwecke werden auch regelbare Induktivitäten (*magnet. V.*) und regelbare Kapazitäten (*dielekt. V.*) verwendet. Meist haben V. mehrere aufeinander folgende V.-Stufen. *Spannungs-V.* liefern die zur Aussteuerung anderer V. notwendige Spannung. Ferner unterscheidet man *Breitband-V.* (Frequenzbereich über 1 Oktave, z. B. Tonfrequenz-V. von 40 Hz bis 20000 Hz) und *Schmalband-V.* (Frequenzbereich unter 1 Oktave, z. B. Resonanz-V. für Rundfunkwellen). *Gleichspannungs-V.* oder *Gleichstrom-V.* haben keine untere Grenzfrequenz; sie verstärken also auch Gleichspannungen oder Gleichströme.

Ein neu entwickelter rauscharmer V. ist der *Reaktanz-V.* (auch parametrischer V. oder *Mavar* genannt). Die Rauscharmut beruht darauf, daß die zur Verstärkung notwendige Energie nicht als Gleichstromenergie (wie bei Elektronenröhren und Transistoren) zugeführt wird, sondern als Hochfrequenzenergie (Pumpenergie). Die Wirkungsweise beruht darauf, daß bei Verkleinerung der Kapazität bei konstanter Ladung die Spannung zunimmt; die Kapazität wird im Takt der Hochfrequenz periodisch geändert.

Ferner → *Molekularverstärker*, → *Lichtverstärker*. 2) photograph. Bäder, in denen das fertige, aber ungenügend gedeckte Bild durch Anlagerung von Metallen oder Farbstoffen eine stärkere Deckung erhält; dabei werden die Bildkontraste verstärkt.

Verstärkerröhre, eine → Elektronenröhre mit mindestens einem Gitter zur Verstärkung von elektr. Spannungsschwankungen.

Versteinigung, → Fossil.

Verstflug, ein → Tragflügel, dessen Stellung im Flug verändert werden kann.

Versuchsstrecke, *BERGBAU*: staatlich anerkannte Prüfanlage für bergmännische Betriebsmittel, bes. zur Prüfung der Sprengstoffe auf Wettersicherheit. In einer Art Rohrleitung von der Weite eines Bergwerkstollens werden in einem explosiblen Gruben-

gas-Luft-Gemisch oder in Kohlenstaub die Sprengstoffe zur Explosion gebracht und ihre Wirkung auf das Luftgemisch beobachtet. – In der Bundesrep. Dtl. gibt es eine V. in Dortmund-Derne.

Verteiler, 1) ein Versorgungsbetrieb der Energiewirtschaft, der Energieträger (Gas und Strom) an Verbraucher oder -gruppen weiterleitet. Mit dem V. ist gewöhnlich das V.-Netz und die Umwandlung des Energieträgers (Gas auf anderen Druck und Heizwert, Strom auf andere Spannung) verbunden. Die V.-Leitungen werden zentral oder von Speisepunkten aus beschickt; Übersichts- und Steuerorgane sind die V.-Tafeln (Schalttafeln).

2) bei der Magnet-Zündung (→ Zündung) eine umlaufende Kontaktscheibe, die den Zündstrom auf die Zündkerzen der Zylinder verteilt.

Verteilmaschine, Teil der → Briefsortiermaschine, verteilt die ihr von sechs bis acht → Codierplätzen zugeleiteten Brief- und Postkartensendungen (bis 20000 je Stunde). Der am Codierplatz aufgebrauchte Code wird optisch oder magnetisch abgetastet; die dabei gewonnenen Signale werden in einem Verteil-Zuordner elektronisch in Steuerkommandos umgewandelt, die die Sendungen bei Bandmaschinen über elektromagnetisch betätigte Weichen, bei Karussellmaschinen über umlaufende Verteiltaschen mit elektromagnet. Verschluss den Verteilfächern zuführen.

Vertikalintensität, → Erdmagnetismus.

Verrieffältigungsverfahren. Das einfachste V. ist das Durchschreibeverfahren mit Kohlepapier. Auf der Verwendung farbbegabender Massen beruht der → Hektograph und das Umdruckverfahren. Bei letzterem wird ein geleimtes Papier mit dahinter liegendem farbstoffhaltigen Papier beschrieben, wobei an den Druckstellen der Farbstoff auf die Rückseite des beschriebenen Papiers übertragen wird. Zur Verrieffältigung wird ein saugfähiges, mit einem Lösungsmittel befeuchtetes Papier aufgedruckt, wobei sich ein Teil des Farbstoffs überträgt. *Schablenendrucker* arbeiten nach dem Prinzip des → Siebdruckes. – *Flachdruckverrieffältiger* beruhen darauf, daß gefettete Flächen Druckfarbe annehmen und angesäuerte Druckfarbe abstoßen. Als Druckplatten dienen Platten aus Glas, Stein (Solnhofener Schiefer) oder Metall (Zink, Aluminium). Die Druckform wird hergestellt, indem der Text leserichtig mit einer gerbstoffhaltigen Tinte (bei Maschinenschrift mit einem Spezialfarbband) auf ein Blatt Papier geschrieben und dann auf die präparierte Platte umgedruckt wird. Für verschiedene Geräte dienen eloxierte Aluminiumfolien, die mit einer lichtempfindl. Kunststoffschicht überzogen werden; das Bild wird aufkopiert und nach mehreren Arbeitsgängen eine Flachdruckplatte erhalten. – *Photoverrieffältiger* arbeiten nach dem photograph. Kontaktverfahren oder unter Verwendung einer Optik. – V. im weiteren Sinne sind alle → Druckverfahren.

Verwandlungshubschrauber, ein → Hubschrauber, der während des Fluges in ein Starrflügelzeug verwandelt wird. Zum Geradeausflug werden die Hubschrauben durch Schwenken um 90° zu Zugschrauben.

Verweilzeit, die Zeit, während der ein angeregtes Atomelektron oder ein angeregter Atomkern in diesem Zustand verweilt, um dann unter Aussendung eines Lichtquants in den Grundzustand zurückzukehren. Mittlere V. der Hüllenelektronen etwa 10^{-8} s.

Verwerfung, Bruch, Sprung, Dislokation, vertikale oder schiefe Absenkung einer Scholle gegenüber einer stehengebliebenen, längs einer Spalte.

Verwindeversuch, Verwindeprobe, Verfahren zur technolog. Prüfung von Blechen und Drähten. Von Blechen werden quadrat. Proben entnommen und zwei Gegenkanten bis zum Bruch des Zwischenstücks verwunden. Drähte in Längen von 50–300 mm (meist 100facher Durchmesser) werden um ihre eigene Achse oder zu zweien in sich selbst verwunden. Ein Maß für die Werkstoffgüte ist die Zahl der bruchfrei ertragenden Umdrehungen.

Verwitterung, die Zersetzung von Mineralien

und Gestein durch mechan. und chem. Kräfte. Die mechanische V. wird hauptsächlich bewirkt durch Spaltenfrost, Temperaturwechsel, Sprengung durch auskristallisierende Salze und Wachstum der Pflanzenwurzeln. Die chemische V. besteht bes. in der lösenden und zersetzenden Wirkung des Wassers.

Verzerrung, 1) eine → Abbildung, bei der das Verhältnis der Abstände zweier Punkte P und Q und ihrer beiden Bildpunkte von der Lage von P und der Richtung der Verbindungsgeraden von P und Q und vom Abstand vom Bildmittelpunkt abhängt. Wichtig sind vor allem die Flächen-, Winkel-, Längen- und Breiten-V., die bei der Darstellung der Erdoberfläche auf Karten auftreten, → Kartenprojektion. V. in der Photogrammetrie werden durch Entzerrungsgeräte (→ Entzerrung) ausgeschaltet.

2) NACHRICHTENTECHNIK: die Veränderung des zeitl. Verlaufs eines Signals auf dem Übertragungsweg. Lineare V. sind Dämpfungs- und Phasen-V. Erstere bestehen in der unterschiedl. Verstärkung oder Abschwächung verschiedenfrequenter sinusförmiger Signalbestandteile; Phasen-V. entstehen, wenn verschiedenfrequente sinusförmige Signale unterschiedl. Zeiten zum Durchlaufen eines Übertragungsweges benötigen. Durch nichtlineare V. werden neue Frequenzen erzeugt.

verzinken, das Überziehen von Metallen, bes. Eisen, mit Zink als Rostschutz. *Feuerverzinkung (Heißverzinkung)* geschieht durch Tauchen der Teile in geschmolzenes Zink, *Trockenverzinkung* durch Tauchen in eine Flußmittellauge, Trocknen im Ofen bei 120 bis 200° C und Tauchen in das mit 0,1 bis 0,3 % Al legierte Zinkbad; bei der *Naßverzinkung* werden die vom Beizen säurenassen Teile in das mit einer Flußmitteldecke (Zinkchlorid) bedeckte Bad getaucht, in dem sie bleiben müssen, bis sie dessen Temperatur angenommen haben (440° C); beim *Sherardisieren* werden die Teile mit Zinkpulver unter Beimischung von Sand u. a. in rotierenden Eisentrommeln 3 bis 5 Stunden auf 400° C gehalten. – Für das *elektrolytische* oder *galvan. V.* (→ Galvanotechnik) dienen saure Sulfat- oder Sulfatzink- oder zyanalkalisch-ätzalkal. Bäder mit Glanzzusätzen. – Über *Spritzverzinkung* → Metallspritzverfahren.

verzinnen, das Überziehen von Metallen, hauptsächlich Eisen und Kupfer, mit Zinn als Schutz gegen Rost und Säuren. Zur *Feuerverzinkung* taucht man den Gegenstand in mit einem Flußmittel (Ammoniumchlorid, Zinkchlorid, auch Talg oder Palmöl) bedecktes geschmolzenes Zinn. Gegenstände, die man nicht tauchen kann, bestreicht man mit einem Brei von Zinnpulver und Flußmittel, erhitzt mit der Lötlampe und verteilt das Zinn mit Bürste oder Wergbausch. Für das *elektrolyt. V.* dienen teils schwefelsaure Bäder mit Glanzzusätzen, teils alkal. Natriumstannatlösungen. Man verzinnt auch ohne Strom durch *Weißlauge*, Lösungen von Zinn(II)-chlorid und Weinstein oder Ammoniakalun, wenn nötig mit Zinkschnitzeln (Kontaktverzinnung). *Spritzverzinnung*, → Metallspritzverfahren.

Verzuckerung, Spaltung von → Stärke in Zucker. **Vesuvian, Idokras, trigonales Mineral, $Ca_9Al_4(Mg, Fe)_2Si_6O_{24}(OH)_4$, meist braun oder grün, in Kristallstruktur und Aussehen dem Granat ähnlich; kommt in kurzspatigen Kristallen oder derb in kontaktmetamorphen Gesteinen, bes. Kalksteinen, seltener auf Klüften kristalliner Schiefer vor.**

Vibrationsgalvanometer, elektr. Meßgerät als Nullanzeiger in → Meßbrücken für Wechselstrom. Ein Magnetplättchen mit Spiegel ist schwingfähig in einem Dauermagnetfluß gelagert. Der Wechselstrom ruft in einer Spule einen senkrecht dazu verlaufenden Wechselfluß hervor. Das Magnetplättchen sucht sich auf den resultierenden Fluß einzustellen und führt dabei Torsionsschwingungen aus. Diese werden vom beleuchteten Spiegel als Lichtband sichtbar gemacht, das um so schmäler wird, je mehr der Strom in der Brückendiagonale auf Null abgeht.

Vibrograph, ein Gerät zum Messen und Registrieren von Schwingungen und Erschütterungen an Maschinen, Schiffen, Brücken und Häusern.

Video-, FERNSEHTECHNIK: in zusammengesetzten Wörtern, wie *V.-Verstärker*, *V.-Gleichrichter*, Ausdruck für das niederfrequente, d. h. keiner Trägerwelle aufmodulierte oder das bereits demodulierte Bildsignal. *V.-Signal*, das Gemisch aus den eigentl., den Helligkeitsverlauf darstellenden elektr. Bildsignalen und den Gleichlaufzeichen. *V.-Frequenzen*, die Frequenzen der Bildsignale.

Vidikon, Resistron, ein elektronischer Bildzähler zur Aufnahme von Fernsehbildern, der ähnlich dem $\rightarrow$ Orthikon zur Abtastung der Speicherelektrode langsame Elektronen verwendet, im Gegensatz dazu aber statt des äußeren Photoeffekts den inneren Photoeffekt eines Halbleiters ausnützt ($\rightarrow$ lichtelektrischer Effekt). Das V. ist durch den einfachen Aufbau und die Handlichkeit (Gesamtlänge etwa 15 cm) bes. für industrielles Fernsehen, zur Verkehrsüberwachung u. dgl. geeignet.

Vielsalz, wenig gereinigtes, mit Eisenoxid rot gefärbtes Kochsalz, das zur Fütterung und als Aufbaumittel bei Schnee und Glatteis verwendet wird.

Vieleck, $\rightarrow$ Polygon.

Vielfach, $\rightarrow$ Polyeder.

Vielstoffmotor, ein Dieselmotor, der verschiedenste flüssige Kraftstoffe innerhalb eines Siedebereichs von etwa 30 bis 450° C (Turbinentreibstoff, hochoktaniges Benzin, Kerosin, Dieselöl, Schmieröl) verbrennen kann. Der Übergang von einem zum anderen Kraftstoff ist ohne Änderungen am Motor möglich. Da diese Kraftstoffe besonders in ihrer Zündwilligkeit und ihrem spez. Gewicht vom normalen Dieselöl abweichen, muß ein V. ein anderes Einspritz- und Verbrennungssystem haben als ein normaler Dieselmotor. Die geringe Zündwilligkeit von Benzin und Schmieröl erfordert eine Erhöhung des Verdichtungsverhältnisses (bis 24 : 1), teilweise auch eine Erhöhung der Brennraumwandtemperatur oder der Ansauglufttemperatur. Bei Vorkammer- oder Wirbelkammerdieselmotoren müssen die Kammern gleichzeitig verkleinert werden, da sonst die Wärmeverluste während der Verdichtung zu groß werden.

Vierer, FERNMELDETECHNIK: aus 2 Doppelleitungen innerhalb eines Kabels gebildete selbständige „Phantomleitung“. Je nach Versärlart erhält man Stern- oder Dieselhorst-Martin-(DM-) V., $\rightarrow$ Kabel.

Vierfarbendruck, $\rightarrow$ Farbendruck.

Vierleiterystem, $\rightarrow$ Drehstrom.

Vierpol, eine elektr. Schaltung mit einem Eingang und einem Ausgang, die meist aus je 2 Klemmen oder Polen bestehen, so daß insges. 4 Pole vorhanden sind, meist zur Übertragung von Wechselspannungen oder -strömen. Der Zusammenhang der am Eingang und Ausgang meßbaren Spannungen und Ströme unterliegt bestimmten, vom inneren Aufbau unabhäng. Gesetzmäßigkeiten (*Vierpoltheorie*).

Vignettierung, unerwünschte Abschattung, bes. schiefer Strahlenbüschel z. B. durch die Linsenfassung oder bei photograph. Aufnahmen durch Kamerateile.

Vigoureux, meliertes Kammgarngewebe, erzeugt durch farbiges Bedrucken der Kammzüge vor dem Verstrecken.

Vinyl, die einwertige ungesättigte Atomgruppe $CH_2=CH-$. Verbindungen mit V. zeichnen sich häufig durch Polymerisationsfähigkeit aus; viele von ihnen dienen deshalb zur Herstellung von Kunststoffen ($\rightarrow$ Polyvinylharze, $\rightarrow$ Polyvinylchlorid).

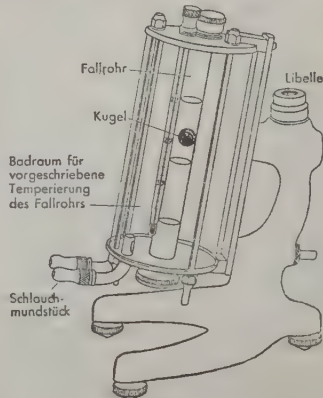
virtueller Zustand, ein quantenmechan. Zustand, dessen Existenz mit dem Energiesatz nicht verträglich ist. Solche Zustände sind aufgrund der Unschärferelationen formal möglich und auf sehr kleine Zeiten beschränkt, aber aus dem gleichen Grunde nicht beobachtbar. *Virtuelle Teilchen*, d. h. Teilchen in v. Z., sind von grundsätzl. Bedeutung für die Erklärung der Wechselwirkungen zwischen den Elementarteilchen. Z. B. vermitteln virtuelle Photonen die Kräfte zwischen den Elektronen, virtuelle π -Mesonen die zwischen Nukleonen.

virtuelle Verschiebung, *virtuelle Verrückung*, eine mit den Bedingungen der Beweglichkeit eines Systems von Körpern verträgl. Verschiebung der

Elemente des Systems. Bei kleinen v. v. um die Gleichgewichtslage eines reibungsfreien Systems ist die Arbeit, die die auf die Elemente des Systems wirkenden Kräfte verrichten, in erster Näherung gleich Null.

Viskose, Zwischenstufe bei der Herstellung von V.-Reyon ($\rightarrow$ Reyon).

Viskosimeter, Gerät zur Bestimmung der $\rightarrow$ Viskosität von Flüssigkeiten. Beim *Kapillar-V.* wird die Zeit gemessen, die eine bestimmte Flüssigkeitsmenge zum Durchfließen einer Kapillare bekannter Länge und bekannten Durchmessers braucht. Das



Kugelfall-Viskosimeter

Engler-V. mißt die Auslaufgeschwindigkeit der Untersuchungslösung im Verhältnis zu der von Wasser. Beim *Kugelfall-V.* wird die Fallzeit einer Kugel auf einer geneigten Fallbahn durch die Flüssigkeit bestimmt (*Höppler-V.*). Das *Rotations-V.* hat zwei koaxiale Zylinder, von denen einer mit konstanter Geschwindigkeit rotiert; das Drehmoment des anderen, durch die im Zwischenraum befind. Flüssigkeit mitgenommenen Zylinders wird gemessen.

Viskosität, die Zähigkeit von Flüssigkeiten infolge innerer Reibung. Bei *normalen Flüssigkeiten*, z. B. Wasser, ist die Schubspannung zwischen zwei parallel zueinander laminar strömenden Schichten dem Geschwindigkeitsgefälle senkrecht zur Strömung proportional. Die Proportionalitätskonstante η ist die (*dynamische*) $V.$; sie wird in Poise ($1 P = 1 \text{ g/cm} \cdot \text{s}$) gemessen. Den Wert η/ρ (ρ = Dichte der Flüssigkeit) bezeichnet man als *kinematische V.*; sie wird in Stokes ($1 \text{ St} = 1 \text{ cm}^2/\text{s}$) gemessen. η nimmt mit steigender Temperatur stark ab, es wächst meist mit steigendem Druck. Das Fließverhalten *anomal fließender (strukturviskoser) Flüssigkeiten* wird in der Rheologie untersucht. $\rightarrow$ Fließen.

Vitamine, *Wirkstoffe*, Nahrungsbestandteile, die im Unterschied zu den Nährstoffen (Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße) keine Energie liefern, die aber trotz ihrer geringen Menge für den Stoffwechsel unentbehrlich sind. Einige V. kommen in der Natur als Vorstufen (*Provitamine*) vor und werden erst im tier. Körper in die wirksamen Formen umgewandelt. Die V. werden nach der Löslichkeit in Wasser oder in Fetten unterschieden und durch latein. Buchstaben bei wirkungsmäßig verwandten Stoffen unter Zufügen von Zahlen bezeichnet. Manche V. (z. B. B₁, B₆) sind Bestandteile von $\rightarrow$ Enzymen, sie üben im Grunde also katalyt. Funktionen aus. Bei Fehlen von V. können *V.-Mangelkrankheiten (Avitaminosen)*, bei zu geringer V.-Zufuhr relative *V.-Mangelkrankheiten (Hypovitaminosen)* auftreten. V. sind am reichsten in Samen, Knollen (Wurzeln), grünen Blättern, Früchten, Milch, Gelbei enthalten. Am vitaminärmsten sind Feinmehl, Stärke, Zucker, tier. Fette – mit Ausnahme von Lebertran – und Muskelfleisch.

1) WASSERLÖSLICHE V.: Vitamin B₁, antineuritiches oder Anti-Beriberi-V., Aneurin, Thiamin, C₁₂H₁₇N₄O₄SCl, ist nach Bindung an Pyrophosphorsäure identisch mit der prosthetischen Gruppe des Fermentes Karboxylase; Vorkommen bes. in Hefe, Getreidekeimen, Ei, Leber. Es ist für die Funktion des Nervensystems unentbehrlich, greift vor allem in den Abbau der Kohlenhydrate ein, daneben auch in den Abbau der Fette und der Eiweiße. Avitaminose: Beriberi-Krankheit; tägl. Bedarf des Menschen etwa 1,2 bis 2 mg.

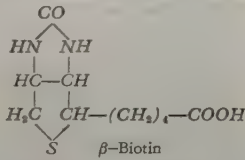
Vitamin B₂, Laktoflavin, Riboflavin, C₁₇H₂₀O₆N₄, ein fluoreszierender Farbstoff, reichlich in Hefe, Keimen, Leber, Niere, Gelbei, grünen Pflanzen enthalten. In Bindung mit Phosphorsäure ist B₂ ein Enzymbestandteil (Koenzym) und als gelbes Atmungsferment in den Oxydationsstoffwechsel eingeschaltet. In Bindung mit Adenin und Phosphorsäure als Flavinadenindinukleotid ist es das Koenzym anderer dehydrierender (= oxydierender) Enzyme. Avitaminose: teilweise Schädigung der Gewebsatmung, Wachstumsstillstand, Störungen der Haut, an den Lippen, Verbiegung der Fingernägel, Atrophie der Zunge, Magendarmkrankheiten; tägl. Bedarf 1,6 bis 2,6 mg.

Pellagra-verhütendes Vitamin, Nikotinsäureamid, Niacinamid, Nikotylamid, PP-Faktor, C₆H₅ON₃, ist ein Baustein von Enzymen im anaeroben Teil des Abbaustoffwechsels, der Kodehydrase I und II. Vorkommen in Hefe, Körnern, Früchten, Gemüse, Leber, Niere, Milch. Tagesbedarf 11 bis 20 mg.

Vitamin B₆, Adermin, Pyridoxin, C₈H₁₁O₃N₃, greift als Koenzym beim Abbau der Aminosäuren ein. Beim Menschen sind B₆-Avitaminosen nicht mit Sicherheit bekannt. Tagesbedarf 2 bis 4 mg.

Für Haut- und Schleimhautentwicklung wesentlich sind die Hefewuchsstoffe der Biotine, zusammengefaßt unter dem Begriff Vitamin H, auch als Hausfaktor, Koenzym R, Bios II bezeichnet.

Vorkommen in Hefe, Keimen, Melasse, Leber, Niere, Hirn, Molke, Gelbei, Korpott, Maische, Mangelfolgen: Ekzeme, Haut- und Schleimhautentzündungen, Blutveränderungen. Tagesbedarf etwa 0,01 g.



Pantothenensäure, Vitamin B₅, am reichsten enthalten in Hefe, Getreidekeimen, Samen, Leber, Gelbei, Knollen, Wurzeln, Milch, wenig in Muskelfleisch; in der üblichen verfeinerten Kost: Feinmehl, Stärke, Zucker, Öl, Säften, Weißei, Butter, fehlt es. B₅ ist bedeutsam für den normalen Zellaufbau und Bestandteil des für Säurebindungen vorgänge zentral wichtigen Koenzyms A. Chemisch ist B₅ aus β -Alanin, H₂N-CH₂-CH₂-COOH, und einer Dioxy-dimethyl-Buttersäure aufgebaut. Sein Fehlen bedingt Verlangsamung der Oxydation von Brenztraubensäure. Geschätzter Tagesbedarf: 10–50 mg.

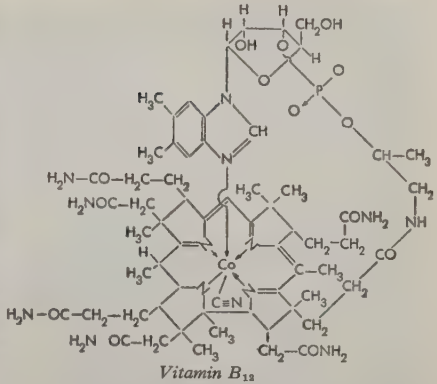
Folsäuren, auch Vitamin Bc, Vitamin M, bilden eine Gruppe der den B-Vitaminen zugehörigen Wachstumsfaktoren. Folsäure beeinflusst bestimmte Formen des Blutbildes in günstigem Sinn.

Vitamin B₁₂, Zyanokobalamin, Erythrotin, C₆₃H₉₀N₁₄O₁₄PCo, ist eine dem Blutfarbstoff $\rightarrow$ Häm in chemisch verwandte, jedoch kobalthaltige Verbindung. Vorkommen in Leber, Muskeln, Eigelb, Käse; Bildung in der Darmflora. Anwendung zur Heilung der perniziösen Anämie.

Vitamin C, askorbinisches V., Hexuronsäure, $\rightarrow$ Ascorbinsäure.

Vitamin P, Permeabilitätsvitamin, Faktor P, besteht aus verschiedenen Pflanzenglykosiden wie Citrin und Hesperidin. Zusammen mit V. C vermag es den Skorbut zu heilen. Sein Fehlen führt zu Abmagerung und Blutungen bei Skorbut. Vorkommen wie Vitamin C. Tagesbedarf 30 bis 250 mg.

2) FETTLÖSLICHE V. Vitamin A, antixerophthalmisches V., Epithelschutz-V., $\rightarrow$ Xerophthol.



Vitamin D, antirachitisches V., Kalziferol, ist für die Skelettentwicklung, bes. den Phosphat- und Kalkstoffwechsel, notwendig. Unterschieden werden: D₂ = C₂₈H₄₄O; D₃ = C₂₇H₄₄O. D₂ bildet sich in Fischölen aus 7-Dehydrocholesterin bei UV-Strahlung, D₃ bei UV-Strahlung von Ergosterin. Neuerdings wird noch ein Vitamin D₄ (aus 22-Dihydroergosterin) unterschieden. Die antirachit. Heilwirkung der Höhensonne beruht auf der Vitamin-D-Bildung aus jenen Provitaminen in der Haut. V. D kommt in Hefen, Lebertran (bes. Thunfischlebertran) vor; sein Mangel führt zu verschiedenen rachit. und rachitisähnlichen Skelettveränderungen. Chemisch und in seiner Wirkung dem V. D verwandt ist das Dihydrotachysterin (A.T. 10), das Kalziummangelschäden, bestimmte Formen der Tetanie, behebt und damit eine dem Parathormon der Nebenschilddrüsen nahestehende Wirkung hat.

Vitamin E, Antisterilitäts-V., Fertilitäts-V., ist chemisch bes. α -Tokoopherol, daneben besteht es aus β -, γ - und δ -Tokoopherolen. Vorkommen in Weizenkeimöl, Baumwollsaamenöl, Maiskeimöl, Salat, Erbsen, Brunnenkresse, Erdnuß, V. E wirkt auf die Blutbildung ein, auch auf die Tätigkeit der männlichen Keimdrüsen bei der Ratte. Sein Mangel bewirkt Muskeldystrophien, Frühgeburten, Abort. Tagesbedarf 2 bis 5 mg.

Vitamin K, Phyllochinon, Koagulations- oder antihämorrhagisches V., kommt in der Natur in zwei Formen vor: als K₁ (Phyllochinon, C₃₁H₄₆O₂) in der Luzerne, in Spinat, Kohl, Brennesseln, Tomaten, Hagebutten sowie in der Leber, und als K₂ (C₃₁H₅₆O₂) in faulendem Fischmehl und in Darmbakterien (Coli-Stämme), die den normalen Bedarf des Menschen decken. Sein Mangel führt zu Verarmung des Blutplasmas an Prothrombin, dadurch zu Blutungsneigungen. Tagesbedarf 10 bis 40 mg.

E. ABDERHALDEN u. G. MOURIQUAND: V. und V.-Therapie (Bern 1948); W. STEPP, J. KÜHNAU u. H. SCHRÖDER: Die V. u. ihre klin. Anwendung (1952).

Vitascan, eine Fernseh-Aufnahmeeinrichtung, bei der eine in die Kamera eingebaute Elektronenstrahlröhre einen Lichtstrahl erzeugt, der periodisch zeilenweise über die dunkle Szene streicht. Die reflektierten Lichtstrahlen werden von im Raum verteilten Photozellen in Videosignale für den Sender umgewandelt. Während der Rücklaufzeiten des Strahls wird eine allgemeine Beleuchtung des Raumes eingeschaltet, der infolge der Trägheit des menschl. Auges gleichmäßig erleuchtet erscheint.

Vitelline, Phosphoproteide, eine Gruppe phosphorhaltiger Eiweißkörper ($\rightarrow$ Eiweiß).

Vitriol, veraltet für alle in Wasser löslichen Sulfate zweiwert. Schwermetalle, bes. des Mangans, Eisens, Kobalts, Nickels, Kupfers, Zinks. Blauer V. ist Kupfersulfat, grüner V. Eisensulfat, weißer V. Zinksulfat.

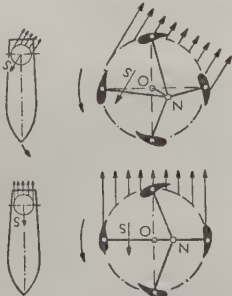
VLF-Emission, die natürl. Radiowellen, die im Frequenzbereich von einigen Hertz bis zu einigen

10000 Hertz auftreten. Hierzu gehören →Whistler, Hiss und Dawnchorus. *Hiss* klingt wie das Ausströmen von Dampf, *Dawnchorus* wie das Gezitscher der Vögel bei Sonnenaufgang. Beide sind vermutlich außerirdischen Ursprungs; sie entstehen vielleicht beim Eindringen solarer Korpuskularstrahlung in das erdmagnet. Feld. Die Ionosphäre durchdringen sie nach Art der Whistler.

Vlies, 1) Zusammenhängende Masse der Wollhaare des geschorenen Schafes, 2) ausgebreiteter Faserflor auf der →Krempel.

Voile, halbdurchsichtiger Schleierstoff aus scharf gedrehten V.-Zwirnen oder V.-Garnen in Leinwandbindung.

Voith-Schneider-Propeller, ein Schiffsantrieb mit verstellbarer Vortriebsrichtung, dient gleichzeitig zum Steuern. Um eine senkrechte oder nahezu senkrechte Achse läuft ein Radkörper um, der meist 4 tragflügelähnliche Propellerblätter trägt. Diese werden durch ein



Voith-Schneider-Propeller; N bewegliche Steuerscheibe, O fester Drehpunkt der Steuersäule, S Schubrichtung.

Gestänge so gesteuert, daß sie bei drehendem V.-S.-P. Schub erzeugen. Durch Verstellen des Gestänges kann die Schubrichtung geändert werden. Ein Schiff mit V.-S.-P. kann auf der Stelle drehen, eines mit zwei V.-S.-P. kann sich auch nach der Seite bewegen.

Volt, abgek. *V*, Maßeinheit der elektr. →Spannung, definiert als die Spannung, die an einem Widerstand von 1Ω entsteht, in dem ein Strom von 1 A eine Leistung von 1 W erzeugt. Es wird realisiert durch Normalelemente (→galvanische Elemente).

Volta, Alessandro, Graf, italien. Physiker, *1745, † 1827, bahnbrechend in der Elektrizitätslehre. Er erfand 1775 den Elektrophor, 1781 das Elektromotor, 1782 den Plattenkondensator, baute 1800 die *V.-sche Säule*, die erste elektr. Batterie, und stellte 1801 die Spannungsreihe der Metalle auf.

Voltameter, das →Coulombmeter.

Voltampere, Zeichen *VA*, Maßeinheit der elektr.

Leistung, gleichbedeutend mit Watt, aber insbes. als Einheit der Scheinleistung verwendet.

Voltmeter, →Spannungsmesser.

Volumen, der →Rauminhalt.

Volumenometer, *Stereometer*, Gerät zur Bestimmung des Volumens und spez. Gew. von Körpern, die nicht mit einer Flüssigkeit in Berührung kommen sollen, z.B. Pulvern. Dabei wird der Luftinhalt eines Gefäßes durch die bei Vergrößerung seines Volumens um einen bestimmten Betrag eintretende Druckverminderung ermittelt. Hierauf wird der Körper in das Gefäß gebracht und auf die gleiche Weise das Volumen der in dem Gefäß zurückgebliebenen Luft bestimmt.

Vorflügel, Leitschaukel vor dem →Tragflügel eines Flugzeugs und von diesem durch einen Spalt getrennt; vermehrt den Auftrieb.

Vorgelege, eine Welle mit Riemenscheiben oder Zahnrädern an einer Maschine zur Erzielung einer bestimmten Drehzahl vom Antrieb her und zum Schalten von Leer- auf Vollauf.

vorgespanntes Glas, ein Sicherheitsglas, →Glas.

Vorkammernmotor, ein →Dieselmotor.

VOR-Navigation, →Funkfeuer.

Vorschneider, 1) ein Gewindebohrer zum Vorschneiden eines Gewindes. 2) Teil am Pflug.

Vorschub, die während eines Bearbeitungsvorganges vom Werkstück oder Werkzeug zurückgelegte Bewegung in mm/min, mm/U und mm/Hub.

Vorspannung, 1) →Spannbeton. 2) an einer →Elektronenröhre eine Gleichspannung, der eine Wechselspannung überlagert wird, meist *Gitter-V*.

Vortrieb, Kraft an der Luftschraube eines Flugzeugs, die die Vorwärtsbewegung des Flugzeugs hervorruft; bei Verwendung von Strahltriebwerken und bei Raketenantrieb der *Schub*.

Vorwähler, 1) →Fernsprecher.

2) MASCHINENBAU: Einrichtung zum Voreinstellen eines für später gewünschten Betriebszustandes (z.B. Drehzahl).

VTOL-Flugzeug, der Lotrechtstarter.

Vulkanfaser, ein Kunststoff, durch Pergamentierung von Zellulose mit Zinkchloridlösung und nachfolgendes Verfilzen der gequollenen Fasern erhalten, chemisch Hydratzellulose; dient als Werkstoff für Koffer, Dichtungen, in der Elektrotechnik.

vulkanisieren, →Kautschuk.

Vulkanismus, das Empordringen magmat. Massen durch die Erdkruste an die Oberfläche gefolgt von Lavaausbrüchen aus Schloten und Spalten, Ausschleudern vulkan. Aschen, explosivem Entweichen von Gasen aus dem Magma.

W

W, 1) chemisches Zeichen für →Wolfram. 2) Abkürzung für →Watt.

Waage, Meßgerät zur Bestimmung von Massen oder Gewichten. **HEBEL-W.** sind die gleicharmigen **Balken-W.** mit Schalenhänge und Gewichtssatz, die ungleicharmigen **W.** mit verschiebbaren Gewichten (*Laufgewicht-W.*) oder mit mehreren Einzelgewichten, die durch eine mechan. Vorrichtung aufgelegt oder abgenommen werden können (*Schaltgewicht-W.*) und die *Neigungs-W.*, bei denen der Waagebalken die Form eines Winkelhebels hat (z.B. *Brief-W.*). *Dezimal-W.* und *Brücken-W.* sind zusammengesetzte Hebel-W. *Zähl-W.* sind zusammengesetzte Hebel-W. mit konstanten Hebelverhältnissen zur Ermittlung großer Stückzahlen gleicher, meist kleiner Teile (Schrauben, Scheiben). Vergleichsgewichte sind dieselben Teile in kleiner Anzahl.

FEDER-W. nutzen die Elastizität einer Spiralfeder oder einer Wendelfeder, deren elast. Formänderung dem Gewicht der Last proportional ist und auf ein Zeigerwerk übertragen wird. **HYDRAULISCHE W.** wiegen sehr große Lasten. Die Last drückt hierbei auf den

Kolben eines mit Flüssigkeit gefüllten Zylinders; den Flüssigkeitsdruck zeigt ein →Manometer an.

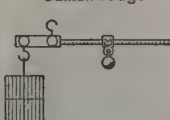
Die bewegl. Teile einer **W.** müssen bei hoher Stabilität möglichst leicht sein. Für die Lagerung der Hebel werden vorwiegend Schneidenlager an-



Balkenwaage



Brückenwaage



Laufgewichtswaage



Federwaage



Neigungswaage

Waage (schematisch)

gewandt. Zur Entlastung der Schneiden bei Nichtgebrauch der W. dient die Arretiervorrichtung. Das rasche Einspielen des Zeigers wird durch eine Dämpfung erreicht (Luft-, Öl-, Wirbelstromdämpfung). Bei *Fein-W.* kann durch opt. (auch Projektions-) Einrichtungen die Ablesegenauigkeit wesentlich erhöht werden (z.B. *Leuchtbild-W.*).

WaaIs, Johannes Diderik van der, niederländ. Physiker, * 1837, † 1923, Prof. in Amsterdam, leitete 1873 unter Berücksichtigung der intermolekularen Kräfte eine thermodynam. Zustandsgleichung realer Gase ab und bestätigte sie durch Versuch. 1910 Nobelpreis.

Wachs, fettähnliche Verbindungen aus höheren Fettsäuren und einwertigen, höheren Paraffinalkoholen (Myrizyl-, Zetyl-, Zeryl-, Melissylalkohol). *Natürliche W.* enthalten auch freie Fettsäuren, Alkohole, Kohlenwasserstoffe. W. werden von Tieren (Bienen-W., Insekten-W., Wollfett, Walrat) und Pflanzen (Carnauba-W., Candelilla-W., Zuckerrohr-W. u. a.) gebildet. *Synthetische W.* sind in ihrer Zusammensetzung meist den natürlichen ähnlich. Grundstoffe sind vielfach die Produkte der Kohlenhydrierung. W. dienen zur Herstellung von Kerzen, Bohnermassen, Schuhkrem u. a.

C. LÜDECKE: Tb. für die Wachsindustrie (1958).

Wachstuch, ein leinwand- oder körperbindiges Gewebe aus Baumwolle oder Zellwolle, weist auf der Oberseite einen elast. Überzug aus Leinölfirnis (*Firnistuch*) oder Kunststoff auf, auf der Unterseite eine feine Rauhecke (*W.-Barchent*).

Wachstumshormon, somatotropes Hormon (Abk. STH) des Hypophysenvorderlappens, ein wärmeempfindlicher Eiweißkörper vom Molekulargewicht etwa 45000.

Wagnerscher Hammer, → Unterbrecher.

Wahrschau, eine Signalstation in der Binnenschifffahrt, die durch Flaggen-, Tafel- oder Lichtsignale an unübersichtlichen Engstellen die herankommenden Schiffe anzeigt.

Wahrscheinlichkeit, 1) MATHEMATIK: die Anzahl (g) der für den Eintritt eines Ereignisses günstigen Fälle im Verhältnis (r) zu der Anzahl (m) aller möglichen Fälle. Die $W. r = g/m$ ist eine Zahl zwischen 0 und 1. $r = 0$ bedeutet die *Unmöglichkeit*, $r = 1$ die *Gewißheit* eines Ereignisses, falls m endlich ist. Andernfalls tritt an die Stelle der $W.$ der Begriff der *W.-Dichte*, der sich Grenzwertuntersuchungen bedient. Die genaue Erfassung des Begriffes der $W.$ bedarf sehr komplizierter mengentheoretischer Untersuchungen. Man bezeichnet als *apriorische W.* eine im Voraus berechenbare $W.$ (z.B. ist die $W.$, mit einem Würfel eine 1 zu werfen, gleich $1/6$), als *empirische W.* oder *W. a posteriori* eine $W.$, die auf Grund von Beobachtungen bestimmt worden ist. Kommt unter m Beobachtungen ein Ereignis a -mal vor, so ist a/m seine *relative Häufigkeit* (wenn z.B. von 100000 Sechzigjährigen im Laufe eines Jahres 2200 starben, so ist die relative Häufigkeit $2200:100000 = 0,022$), woraus man nach dem Gesetz der großen Zahl die $W.$ für das Eintreten dieses Ereignisses berechnen kann. Die Basis bildet hier die statistische Erhebung. Die *W.-Rechnung* wird in der → Ausgleichsrechnung bei Vererbungsfragen, bei physikal. Untersuchungen u. a. angewendet.

2) PHYSIK: statistische Methoden werden in der Physik verwendet zur Ausgleichung von Meßfehlern (→ Ausgleichsrechnung), in der statistischen Mechanik und der kinetischen Theorie der Materie und in der → Quantenmechanik.

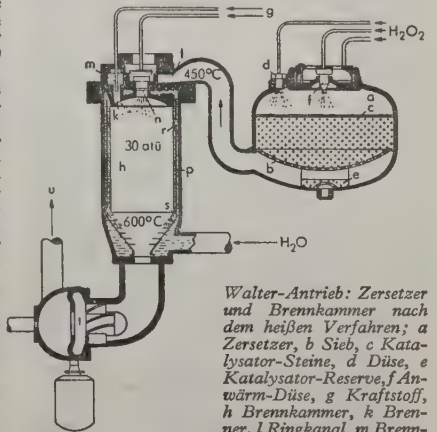
W. ACKERMANN: Einf. i. d. W.-Rechnung (1955); H. RICHTER: W.-Theorie (1956); B. L. VAN DER WAERDEN: Mathemat. Statistik (1957); R. CARNAP: Induktive Logik u. W. (1959).

walken, 1) Bleche wechselnden starken Durchbiegungen unterwerfen. 2) das Verfilzen tier. Haare (Streichwolle, Kaninchenhaare) durch Stoßen, Stauchen und Pressen auf *Walkmaschinen* zur Herstellung von Tuchen, Hüten und techn. Filzen. Durch *Einwalken* werden die Stoffe schmaler und kürzer.

Walrat, *Spermacetti*, wachsartige Substanz aus den Kopfhöhlen des Pottwales, besteht vorwiegend

aus Zetylpalmitat und -stearat; dient zur Herstellung von Kerzen und als Salbengrundlage.

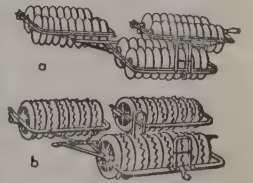
Walter-Antrieb, ein Triebwerk, das auf der Zersetzung von hochprozentigem Wasserstoffsuperoxid, H_2O_2 , beruht. Beim *kalten Verfahren* wird das H_2O_2 („T-Stoff“) von einer Pumpe zu einem Zersetzer gefördert, in dem es durch Einspritzen einer Permanganatlösung oder durch feste Kataly-



Walter-Antrieb: Zersetzer und Brennkammer nach dem heißen Verfahren; a Zersetzer, b Sieb, c Katalysator-Steine, d Düse, e Katalysator-Reserve, f Anwärmdüse, g Kraftstoff, h Brennkammer, k Brenner, l Ringkanal, m Brennstoffdüse, n Zünddüse, p Kühlmantel, r Wendel, s Wassereinspritzdüsen, t Abscheider, u zur Turbine.

satoren in Wasser und Sauerstoff zersetzt wird. Das entstehende Gemisch wird als Vortriebsstrahl bei → Raketen (z.B. als Starthilfe für Flugzeuge) oder zum Antrieb einer Turbine verwendet. Beim *heißen Verfahren* wird der entstehende Sauerstoff zusätzlich mit einem Kraftstoff („C-Stoff“) verbrannt. Die Verbrennungsgase können wiederum entweder Schub erzeugen (Raketenantrieb) oder eine Turbine antreiben (U-Boot-Antrieb).

Walze, Ackergerät aus scharfkantigen Eisenscheiben (*Ringel-, Cambridge-, Croskill-, Stern- und Stachel-W.*) zum Zerkleinern von Schollen und Verdichten lockeren Ackers. Tiefere Verdichtung erzielt der *Untergrundpacker*, eine W. mit großen, schmalen und scharfen Eisenringen in weiteren Abständen. W. mit glatter Oberfläche (*Glatt-W.*) aus Holz, Blech oder Zement werden zum Andrücken der Saat, mit höherem Gewicht als *Wiesen-W.* benutzt. Zum Andrücken schmaler Streifen hinter den Drillscharen dienen *Druckrollen*.



Walze: a dreiteilige doppelte Ringelwalze, b dreiteilige Cambridgewalze.

walzen, Preß- oder Schmiedevorgang an Materialien aller Art durch sich drehende zylinder-, kegelförmige Körper (*Walzen*) mit glatter oder profilierter Oberfläche (→ Kaliber).

Beim W. von METALLEN wird das Walzgut in den *Walzspalt* eingeführt, von den Walzen ergriffen und durch den Spalt hindurchgezogen (*Walzstich*). Dabei wird das Walzgut gestreckt, in geringem Maß auch gebreitet. Wird ein Werkstück mit rechteckigem Querschnitt hochkant in den Walzspalt geführt, so wird es gestaucht.

Walzenstuhl, → Mülerei.

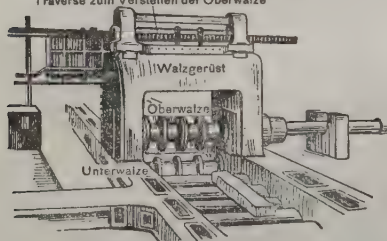
Walzwerk, (*Walz-*) Straße, Anlage für Verformungsarbeiten an Metallen durch → Walzen. Die im Walzgerüst gelagerten Walzen stehen unter einer *Druckanstellung*, meist Druckspindeln. Sie werden

Wanderfeldröhre – Wärmeaustauscher

von den mit der **Walzenzugmaschine** gekuppelten, mit Schrägverzahnung versehenen **Kammwalzen** angetrieben. Die Walzen eines Walzenpaares rotieren mit entgegengesetztem Drehsinn, außer beim Schräg-W. Schweres Walzgut erfordert einen **Rollgang** und Wendevorrichtungen (**Kanter**).

Nach der Anzahl der Walzen oder nach der Art des Walzvorganges werden unterschieden: **Zweiwalzen-** oder **Duo-W.**; **Dreiwalzen-** (**Trio-**) **W.** und das **Lautische Trio-W.**, dessen Mittelwalze dünner als die Ober- und Unterwalze ist; **Doppel-Duo-W.**, bei denen zwei Walzenpaare übereinander in einem Walzgerüst angeordnet sind; **Vierwalzen-** (**Quarto-**) **W.** mit zwei dünneren Arbeitswalzen, die oberhalb und unterhalb von zwei dickeren Stützwalzen abgestützt werden; **Vielwalzen-W.** mit mehr als zwei Stützwalzen; **Planeten-W.** mit einer Mehrzahl dünner Arbeitswalzen um zwei Tragwalzen, mit denen in einem Walzstich eine Verformung von 90 % erzielt werden kann; **Universal-W.** mit Stauchwalzen; **Schräg-W.** und **Pilgerschritt-W.** ($\rightarrow$ **Rohr**). Beim **Umkehr-** (**Reversier-**) **W.** (ein Duo- oder Quarto-W.) wird die Umdrehungsrichtung der Walzen nach jedem Walzstich umgekehrt, das Walzgut in demselben Walzgerüst hin- und hergewalzt. Im Trio-W. und im Doppel-Duo-W. kann das Walzgut auf dem Hingang zwischen den unteren und beim Hergang zwischen den oberen Walzspalt eingeführt werden.

Traverse zum Verstellen der Oberwalze



Duowalzwerk

Beim **kontinuierlichen W.** stehen mehrere Walzgerüste entweder in Tandemanordnung dicht hintereinander, wie bei der $\rightarrow$ **Breitbandstraße**, oder in Stranganordnung nebeneinander und mit besonderen Umführungen (z. B. beim **Draht-W.**) derart, daß das Walzgut sich zu gleicher Zeit mindestens in zwei Walzgerüsten befindet.

Das Material kann kalt ($\rightarrow$ **kaltwalzen**) oder warm bearbeitet werden. Im **Warm-W.** wird der auf 800 bis 1200° C (niedrigere Temperaturen bei **Hartstahl** und legiertem **Stahl**, höhere Temperaturen bei **Weichstahl**) erwärmte **Stahlblock** auf der Vor- oder Blockstraße vorgeblockt oder zu einer **Bramme** ausgewalzt, an seinen Enden mit einer Schere abgeschnitten und dann auf der Fertigstraße zu **Knüppeln**, **Platten**, **Formstahl** u. dgl. weitergewalzt.

Wanderfeldröhre, $\rightarrow$ **Lauffeldröhre**.

Wanderwellen, **elektromagnet.** Ausgleichsvorgänge auf elektr. Freileitungen und in Kabeln, die durch Schaltvorgänge oder Störungen, z. B. **Blitzschlag** in die Leitung, verursacht werden.

Wärme, die der W.-Empfindung zugrunde liegende physikalische Erscheinung, nach heutigem Wissen die Bewegungsenergie der ungeordnet durcheinanderfliegenden (im Gas) oder um feste Mittelagen schwingenden (im festen Körper) Moleküle. Kommt in die Molekülbewegungen auch nur ein geringes Maß von Ordnung, etwa durch die Bevorzugung einer Richtung, so setzt sich die Gesamtenergie nicht mehr allein aus W., sondern auch aus einem dem Ordnungsgrad entsprechenden Anteil mechanischer Energie zusammen, die sich etwa in einem Gasdruck in der bevorzugten Richtung äußert. Für die W.-Energie ist also kennzeichnend der Unordnungsgrad. Der Unordnungsgrad findet sein exaktes Maß in der $\rightarrow$ **Entropie**; die durchschnittliche Bewegungsenergie jedes Teilchens (bei ungeordneter

Bewegung) bestimmt die $\rightarrow$ **Temperatur**. Die Temperatur wird durch eine Meßvorschrift ($\rightarrow$ **Thermometer**) eingeführt und erhält eine eigene physikal. Dimension, die wiederum die Dimension der

Entropie als $\frac{\text{Energie}}{\text{Temperatur}}$ festlegt. – Die mit W.-

Wirkungen verbundenen Vorgänge werden in der $\rightarrow$ **Thermodynamik** behandelt. Die gebräuchl. Maßeinheit der W.-Menge ist die $\rightarrow$ **Kalorie**.

Wärmeübertragung erfolgt durch $\rightarrow$ **Konvektion**, **Leitung** oder **Strahlung**. Die Ursache der W.-Leitung ist die ungeordnete Molekülbewegung selbst. Die **W.-Leitzahl** (**Wärmeleitfähigkeit**) gibt an, welche W.-Menge in der Zeiteinheit durch die Flächeneinheit einer Stoffschicht von 1 cm Dicke hindurchgeht, wenn die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Oberflächen 1 Grad beträgt (stationäre W.-Leitung); gewöhnlich benutzt man als Einheit 1 cal/cm $\cdot$ s Grad = 360 cal/m $\cdot$ h Grad = 4,186 Watt/cm $\cdot$ Grad. Die W.-Leitzahl kann außer vom Stoff auch von Temperatur und Druck abhängen. Sie beträgt bei 18° C in cal/cm $\cdot$ s Grad für Silber 1,0, Kupfer 0,90, Messing etwa 0,2, Glas 0,0023, Holz etwa 0,0003, Luft (ruhend) 0,000057. In Kristallen kann die W.-Leitung von der Richtung des **Wärmestroms** zu den Kristallachsen abhängen.

Die W.-Übertragung von einem festen Körper auf eine Flüssigkeit oder ein Gas durch W.-Leitung nennt man **Wärmeübergang**. Für ihn gilt das **Newton'sche Abkühlungsgesetz** ($\rightarrow$ **Abkühlung**), nach dem die in der Zeiteinheit übergehende W.-Menge proportional der Temperaturdifferenz zwischen Körper und Umgebung ist. Die Proportionalitätskonstante heißt **Wärmeübergangszahl**; sie hängt außer von der Art des umgebenden flüss. oder gasförm. Mediums (**Kühlmittels**) auch von der Gestalt des festen Körpers, von Verlauf und Geschwindigkeit vorhandener Strömungen u. a. ab ($\rightarrow$ **Wärmeaustauscher**).

Das $\rightarrow$ **Wiedemann-Franzsche Gesetz** setzt W.-Leitung und elektr. Leitfähigkeit in Beziehung.

Erhitzte Körper können W. auch durch **Wärmestrahlung** übertragen. Feste Körper strahlen mit wachsender Hitze zunehmend elektromagnet. Wellen aus, die unterhalb 2800° C vorwiegend im $\rightarrow$ **Ultrarot** liegen; Strahlung aus diesem Bereich nennt man daher auch **W.-Strahlung**. Trifft die Strahlung auf einen Körper, so wird sie zum Teil reflektiert und zum Teil absorbiert. Der absorbierte Teil geht im allgemeinen wieder in W. über.

GESCHICHTLICHES. Die Beobachtung, daß ein großer Körper länger geheizt werden muß als ein kleiner, wenn das Thermometer um eine bestimmte Anzahl Grade steigen soll, oder daß eine Kugel aus Kupfer langsamer abkühlt als eine gleich große oder auch gleich schwere aus Blei, führte zu Beginn des 18. Jahrh. zu der Vorstellung, daß die W. eine Art unwägbarer, unzerstörbarer Stoff sein müsse, der einem Körper beim Erwärmen zugeführt werde ($\rightarrow$ **Phlogistonlehre**). Erst 1842 hat J. R. **MAYER** erkannt, daß die W. eine bes. Form der Energie sei, und das mechan. $\rightarrow$ **Wärmeäquivalent** berechnet.

Lehrbücher der Physik und der physikal. Chemie. R. **BECKER**: Theorie der W. (Neuauf. 1961).

Wärmeäquivalent, die Zahl, die angibt, wieviele Einheiten einer bestimmten Energieart einer $\rightarrow$ **Kalorie** gleichwertig sind. Arbeitswert der **Wärmemengeneinheit**: 1 kcal_{int} = 426,94 mkp (**mechanisches W.**) = 4186,8 Jass = 4186,8 Ws (**elektrisches W.**) = $1,16 \cdot 10^{-3}$ kWh.

Wärmeausdehnungsmessung, **Dilatometrie**, Untersuchungsmethode, die neben der Feststellung der **Wärmeausdehnung** von Werkstoffen bes. den Aufbau von Legierungen auf Grund genauer Bestimmungen der Temperatur von Umwandlungs- und Ausscheidungsvorgängen zu ermitteln sucht.

E. **HANKE**: Prüfung metallischer Werkstoffe (1954).

Wärmeaustauscher ermöglichen den Übergang von Wärme von einem heißen Medium an ein kälteres (**Wärmeaustausch**). Die Wärme kann dabei entweder durch Wandungen vermittelt Wärmelei-

tung (→Wärme) übertragen werden (→Rekuperator) oder – wie z. B. bei Hochofen-Winderhitzern – zuerst in der Aufheizperiode an einen Wärmeträger (z. B. feuerfeste Steine) und nach Aufheizung der Speichermassen und „Umstellung“ der Strömungswege von dem Wärmeträger an das zu beheizende Medium (Regeneratoren) abgegeben werden. In den Wärmeträgern selbst wird die Wärme auch durch →Konvektion weiterbefördert.

R. GREGORIG: W. (1959).

Wärmebehandlung in der METALLKUNDE dient folgenden Zwecken: Beseitigung von Gußspannungen und Verformungsspannungen (→Rekristallisation); Beseitigung von Inhomogenitäten des Gusses, z. B. Homogenisieren von Zonenkristallen und Saignuren; Änderung der Form und Verteilung von Kristalliten, z. B. Herstellung von körnigem Perlit aus lamellarem Perlit oder Einformung von groben Siliziumkristalliten oder Kupferoxydulkristalliten; Herstellung neuer Zustände des Gesamtwerkstoffes wie Härten, Aushärten, Normalisieren, Temperguß; Herstellung neuer Zustände an der Oberfläche des Werkstücks, u. U. bei gleichzeitig. Einwirkung anderer Stoffe; Entgasung durch lange W. unter Vakuum.

Wärmekapazität, die Wärmemenge, die ein Körper bei der Erwärmung (Temperaturerhöhung) um 1° aufnimmt, ist gleich dem Produkt aus Masse und spezif. Wärme des Körpers.

Wärmekraftmaschinen wandeln die bei der Verbrennung von Brennstoffen freiwerdende Wärme in mechan. Energie um, →Dampfmaschine, →Dampfturbine, →Verbrennungsmotor.

Wärmemauer, bildhafte Bezeichnung für die Schwierigkeiten, die sich beim →Überschallflug in der Atmosphäre durch die starke Erwärmung des Materials infolge der Luftreibung ergeben.

Wärmepumpe, eine Anlage, mit der Wärme aus einem Wärmeträger niedriger Temperatur (z. B. Flußwasser, Erdrreich, Außenluft) mit Hilfe eines Arbeitsstoffes (Gas oder Flüssigkeit), der im Verlauf eines Kreisprozesses verdampft und wieder verflüssigt wird, auf ein höheres Temperaturniveau gebracht und für Heizzwecke verwendet wird. Das Verfahren ist gleich dem bei der →Kältemaschine, nur daß bei der W. die erzeugte Kälte unausgenutzt bleibt und die Wärme ausgenutzt wird. Eine industrielle Anwendung findet die W. bei Verdampfanlagen der chem. Industrie.

Wärmespeicher, **Dampfspeicher**, gleichen Ungleichmäßigkeiten im Dampfverbrauch durch abwechselnde Wärmeaufnahme und -abgabe aus. **Gleichdruckspeicher** speichern heißes Wasser, das sie als Speisewasser an die Dampfkessel abgeben. **Gefäßspeicher** speichern heißes Wasser und geben bei Bedarf Dampf, der bei Drucksinken frei wird, an die Kraftmaschine ab. Häufigster Vertreter ist der →Ruthspeicher.

Wärmestrahlung, →Wärme.

Wärmemethod, →Entropie.

Wärmestönung, **Reaktionswärme**, →Thermochemie.

Wärmeszähler, Geräte zur Messung der von Heizungen abgegebenen Wärmemengen. Beim **Heizkostenverteiler** verdunstet aus einem Röhrchen proportional der abgegebenen Wärme eine Meßflüssigkeit (Öl); der Verbrauch ist an einer Strichskala abzulesen. Bei Dampfheizungen läßt sich mit dem **Trommelzähler** (Wassermengenzähler) die Kondensatmenge feststellen, aus der sich mit dem Wärmeinhalt des Dampfes die Wärmemenge ergibt. Der

Dampfszähler mit eingebauter Meßblende gibt die Durchflußmenge des Dampfes an, aus der sich die verbrauchte Wärmemenge berechnen läßt. Beim **Warmwasser-W.** ergibt sich die Wärmemenge aus dem Produkt der durchfließenden Wassermenge und dem Temperaturunterschied zwischen Vor- und Rücklauf.

Wärmöfen, Öfen zur Erwärmung von Walz-, Schmiede- und Preßgut. Im **Rollofen** wird z. B. Halbzeug aus dem →Walzwerk aus der kälteren Ofenzone auf der Aufgabeseite über einen Herd in die heißeste Zone („Ziehherd“) gerollt oder gekantet; durch den **Stoßofen** wird das Wärmgut mit einem Drücker hindurchgestoßen; im **Durchlauföfen** werden die Werkstücke durch angetriebene Rollen, Ketten oder Schwingen mechanisch weiterbewegt; der **Drehherdofen** hat einen drehbaren Herd; in den **Tieföfen** oder die (Wärme-) **Ausgleichsgrube** wird z. B. ein Stahlblock mit einem Kran möglichst noch mit der Gießhöhe eingesetzt; für schwere Schmiedeblocke dient ein W. mit ein- und ausfahrbarem Herd.

Wärmerversuch, Prüfverfahren zur Ermittlung der Festigkeit von Werkstoffen bei höheren Temperaturen, durchgeführt entweder als Kurzversuch mit Ermittlung der **Wärmestreckgrenze** oder der **Wärmestabilität** bei einer bestimmten Temperatur oder als →Standversuch mit konstanter Belastung und Temperatur, wobei die bleibende →Dehnung als Funktion der Zeit gemessen und eine Zeitdehne- oder eine Zeitbruchgrenze ermittelt wird.

Warnlichtanlage, →Blinklichtanlage.

Warp, **SPINNEREI**: ein Kettgarn aus harter engl. Cheviotwolle.

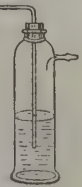
waschaktive Substanzen, Sammelbegriff für Seife und andere Stoffe mit „seifenartigem“ Verhalten, heute meist →Tenside genannt.

Wäscheblau, **Waschblau**, blaue organ. oder anorgan. Farbstoffe, z. B. Ultramarin, die, in feinsten Verteilung dem letzten Spülwasser zugesetzt, auf die gewaschene Wäsche aufziehen oder sich auflagern und schwache Vergilbungen verdecken.

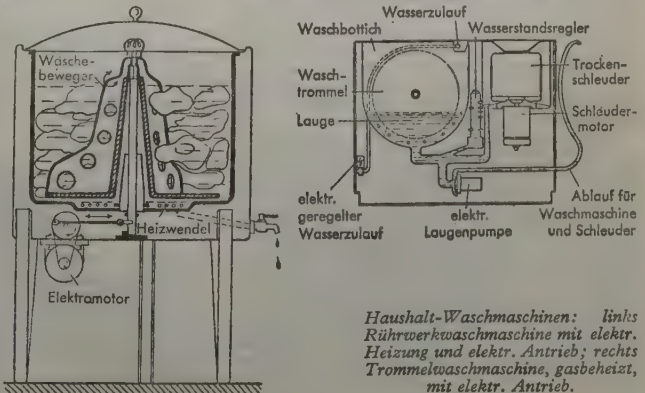
Wäscheschleuder dient zum Vortrocknen nasser Wäsche. Ein siebartig gelochter Zylinder, in dem die nasse Wäsche liegt, wird durch Elektromotor in schnelle Umdrehung versetzt und das Wasser durch die Fliehkraft herausgeschleudert.

Waschflasche, Laboratoriumsgefäß zum Trocknen oder Absorbieren von Gasen mit Flüssigkeiten. Durch **Fritten-W.** wird eine bes. feine Verteilung der Gasblasen erreicht.

Waschmaschine, Gerät zur mechan. Reinigung von Textilien. **Haushalt-W.** benutzen im Wäschebehälter hin- und herschwingende Drehkreuze oder akustische Schwingungen (→Schallwäscher). Die Waschlauge kann meist durch eine im Behälterboden ein-



Waschflasche



Haushalt-Waschmaschinen: links Rührwerkwaschmaschine mit elektr. Heizung und elektr. Antrieb; rechts Trommelwaschmaschine, gasbeheizt, mit elektr. Antrieb.

Waschmittel – Wasserkraftwerk

gebaute Heizung erhitzt werden. Vorzugsweise in der gewerblichen Wäscherei benutzte W. führen in ihrer vollkommensten Form den gesamten Waschvorgang bis zum Spülen, unter Umständen sogar einschließlich des Schleuderns durch. In der *Trommel-W.* nehmen eine mit bis zu 24 % Trichterlöschung versehene Innentrommel die Wäsche und eine Außentrommel die Waschlauge auf. Die Trommeln drehen sich mit mäßiger Geschwindigkeit etwa 4–8mal links und anschließend ebenso oft rechts herum. Eingebaute Rippen heben das Waschgut hoch und lassen es in die Länge zurückfallen, wodurch infolge Stauchwirkung mechan. Arbeit geleistet wird. Der Waschvorgang einschließlich Spülens und ggf. Schleuderns dauert je nach Verfahren 60–100 min. *Gegenstrommaschinen* fassen bis zu 16 gleiche Trommel-W. zusammen, durch die die Lauge der Wäsche entgegenströmt.

Waschmittel, meist pulverförmige Erzeugnisse zum Waschen von Wäsche. *Koch-W.* bestehen aus → Tensiden und einem Alkaligerippe, d. h. einem abgestimmten Gemisch waschkräftiger Alkalien wie Soda, Wasserglas, Silikate, Phosphate u. a. Bestandteile. *Haushalt-W.* enthalten außerdem häufig noch einen bleichenden Stoff. *Fein-W.* bestehen meist ausschließlich aus waschaktiver Substanz, *Hilfs-W.* zum Enthärten, Einweichen, Vorwaschen oder Nachspülen fast vollständig aus Alkaligerippe.

Wasser, chem. Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff, H_2O , die unter Normaldruck (1 atm) bei 100°C siedet, aber auch bei tieferen Temperaturen langsam in Wasserdampf (→ Dampf) übergeht und bei 0°C zu Eis erstarrt. Schmelzpunkt und Siedepunkt dienen zur Festlegung der Thermometerskala. Bei 4°C hat W. seine größte Dichte; 1 cm³ W. von 4°C wiegt 1 Gramm und diente früher zur Definition der Masseneinheit g. Das W.-Molekül besitzt ein beträchtl. elektr. Dipolmoment und W. eine sehr hohe Dielektrizitätskonstante von 80. In flüssigem W. sind stets mehrere Moleküle durch ihre Dipolkräfte unter Assoziation zusammengelagert. W. ist das am meisten gebrauchte Lösungsmittel. Es bewirkt bei vielen der gelösten Stoffe eine Spaltung in kleinere Molekülbruchstücke, bei den Elektrolyten in die elektrisch geladenen Ionen. W. selbst ist nur in sehr geringem Maße ionisiert; bei gewöhnl. Temperatur kommt im Durchschnitt ein dissoziiertes Molekül auf etwa 10⁹ undissoziierte Moleküle. Infolgedessen leitet reines W. den elektr. Strom fast gar nicht. Für chem. und medizin. Zwecke stellt man durch Destillation das sehr reine destillierte W., *aqua destillata*, für höchste physikal. Reinheitsforderungen das *Leitfähigkeits-W.* mit besonders geringer eigener elektr. Leitfähigkeit dar. Verhältnismäßig rein sind die atmosphär. Niederschläge. Zwischen dem flüssigen W. auf der Erdoberfläche, dem durch Erwärmung aus ihm entweichenden Wasserdampf (→ Verdunstung) und dem gasförmig in der Atmosphäre und in Form feiner Tröpfchen in den Wolken befindl. W. besteht ein ständiger Kreislauf, der durch die Energie der Sonneneinstrahlung in Gang gehalten wird. Der natürliche Wasserkreislauf wird technisch zur Energiegewinnung in → Wasserkraftwerken genutzt. In chem. Verbindungen eingebautes W. wird als *Hydrat-W.*, *Kristall-W.*, bezeichnet.

Für Existenz und Stoffwechsel bei allen Organismen ist W. überaus wichtig. Pflanzen bestehen zu über 90 %, höhere Tiere und der menschl. Körper zu 60 bis 70 % aus W. Es vermittelt die chem. und physikal. Prozesse innerhalb und außerhalb der Zellen, das Strömen und die Diffusion der Gewebs- und Nahrungsfüssigkeiten und den Aufbau des kolloiden Zustands der Körperbestandteile. Es regelt ferner die Körpertemperatur, indem es durch Verdunsten an der Oberfläche Wärme entzieht.

Schweres W., → Deuterium.

Wasserbau (hierzu TAFEL), alle baul. Maßnahmen, die sich auf die Benutzung des Wassers oder die Sicherung gegen Wasserschäden erstrecken, → Bohlwerk, → Buhne, → Deckwerk, → Deich, → Falschne, → Flußbau, → Gründung, → Kanal, → Ma-

tratzte, → Mole, → Packfaschinenbau, → Schleuse, → Sinkstück, → Wehr, → Bewässerung, → Bodenentwässerung, → Landgewinnung, → Talsperre.

A. SCHOKLITSCH: Hb. des W., 2 Bde. (*1962). Das *wasserbauliche Versuchswesen* dient der wissenschaftl. Erforschung der Strömungsvorgänge, insbes. aber dem Zweck, durch Modellversuche die günstigste Lösung bei der Gestaltung geplanter Wasserbauwerke und für die Regelung von Flußstrecken durch Einbauten aller Art vorzubestimmen. Die *wasserbaulichen Versuchsanstalten* sind mit Pumpenanlagen mit Hoch- und Tiefbehältern, mit festen Versuchsrinnen, teilweise mit beiderseitigen Spiegelglasscheiben, Meßwehren zur Mengenmessung, Geschwindigkeitsmeßgeräten, Spitzenmaßstäben zur Messung der Wasserspiegellage, mit fahrbaren Bühnen zur Beobachtung und für Photo- oder Filmaufnahmen u. a. ausgerüstet (TAFEL Strömungslehre).

Wasserbombe, Unterwassersprengkörper zur Bekämpfung getauchter U-Boote, mit auf verschiedene Tiefen einstellbaren *Wasserdruck-* oder *Zeitzündern*; sie werden von Zerstörern, Geleitzfahrzeugen und U-Boot-Jägern abgeworfen.

Wassergas, → Gas.

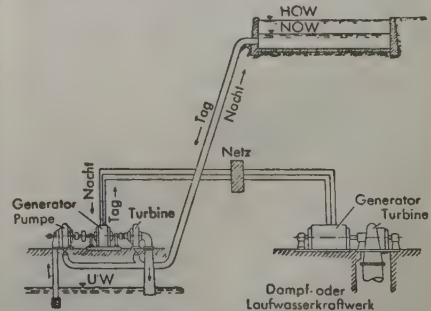
Wasserglas, Kaliumsilikat (kieselsaures Kalium, *Kali-W.*) oder Natriumsilikat (kieselsaures Natrium, *Natron-W.*), eine glasige, in Wasser lösliche Masse, erhältlich durch Schmelzen von Sand mit Pottasche oder Soda. Im Handel sind wäßrige Lösungen als *Einfach-W.* (33 %) oder *Doppel-W.* (66 %). Verwendung: zur Herstellung von Kunststeinen und Kitt (*W.-Kitt*), in der Glasmalerei, als Zusatz zur Seife, zur Appretur von Geweben, als Flammschutzmittel für Holz usw., zur Bierkonservierung.

Wasserhaltung, die Beseitigung des Wassers aus einer Baugrube oder im → Bergbau durch *offene W.*, bei der das Wasser einem Pumpensumpf zugeleitet und aus diesem abgepumpt wird, oder durch Grundwassersenkung.

Wasserhose, → Trombe.

Wasserkraftmaschinen wandeln die in großen Wassermassen gespeicherte potentielle und kinetische Energie in mechanische um, → Wasserturbine, → Wasserrad.

Wasserkraftwerk (TAFEL Kraftwerk I), ein → Kraftwerk, das die potentielle Energie aufgestauter Wassermassen über die in Gefällstufen zusammengefaßte Fallhöhe zwischen Ober- und Unterwasser planmäßig zur Energieerzeugung ausnützt. Die Fallhöhe kann gewonnen werden durch Stauung

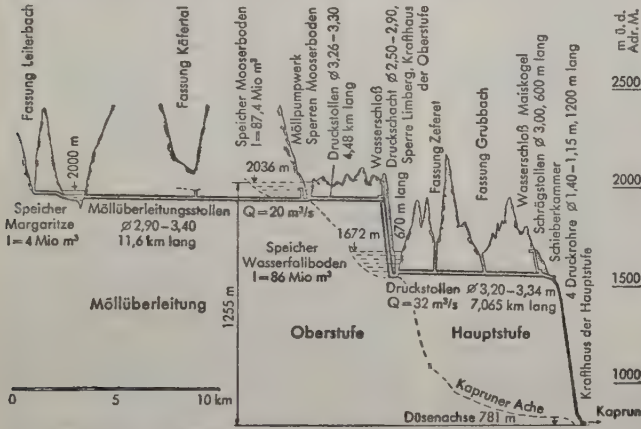


Wasserkraftwerk: Schema eines Pumpspeicherkraftwerks (HOW = höchstes Oberwasser, NOW = niedrigstes Oberwasser, UW = Unterwasser)

des Wasserspiegels fließender Gewässer (→ Talsperre) oder durch Umleitung des Wassers. *Niederdruckkraftwerke* mit Fallhöhen bis zu 20 m werden im allg. als reine Staukraftwerke ohne Speichermöglichkeit für das Wasser gebaut (*Laufkraftwerke*). Das Wasser kann den → Wasserturbinen in einer Freispiegelkammer offen zugeführt werden; bei größeren Triebwassermengen arbeitet man mit geschlossener Wassierzuführung.

Mitteldruckkraftwerke bis 50 m Fallhöhe werden meist als **Speicherkraftwerke**, und zwar bei unmittelbarer Stauung als **Talsperrenkraftwerke** oder **Kanalkraftwerke** oder bei Stauung und Umleitung auch als **Umleitungskraftwerke** (Flußgefälle mindestens 1 m/km) errichtet.

Hochdruckkraftwerke mit Fallhöhen über 50 m sind ausschließlich **Umleitungskraftwerke**. Das Stauwerk mit dem Staubecken und das Krafthaus liegen in größerer Entfernung voneinander und sind durch eine Triebwasserleitung miteinander verbunden, die



Wasserkraftwerk: Aufriß (schematisiert) des Tauernkraftwerks Glockner-Kaprun; I = Inhalt, Q = Durchflußmenge. (Nach I. Götz, Das Tauernkraftwerk Glockner-Kaprun)

auch durch anstehendes Gebirge mit den Verfahren des Tunnelbaus gebaut werden kann; zwischen Zuleitung und steil abfallende Turbinenleitung ist das Wasserschloß eingeschaltet.

Pumpspeicherkraftwerke nutzen nicht gebrauchte elektr. Energie (meist nachts) aus, um Wasser in ein Becken hochzupumpen, aus dem es zum Antrieb von Turbinen wieder entnommen werden kann. Turbine, Generator und Pumpe sitzen auf der gleichen Laufwelle. Die Generatoren arbeiten zum Antrieb der Pumpen als Motoren. Von der bei der Pumpförderung aufgewandten Energie werden 54 bis 66 % wiedergewonnen und rd. 40 % beim Pump- und Turbinenbetrieb aufgezehrt.

A. RAUCH: Taschenbuch Wasserkraftanlagen (1959); A. SCHOKLITSCH: Hb. des Wasserbaus, 2 Bde. (1962).

Wassermessungen dienen der Mengen- und Höhenfeststellung an fließendem und stehendem Wasser. **Wassermengenmessung** frei strömender Gewässer wird durchgeführt entweder mit einem geeichten Meßwehr, das die Wasserhöhe über der Überfallkante feststellt, durch Schwimmer oder mit Hilfe eines → Meßflügels. In **geschlossenen Rohrleitungen** werden Wassermengen durch Geschwindigkeitsmesser (Flügelräder), Meßdüsen und Scheibenmesser bestimmt, die den Druckverlust in der Meßstrecke ermitteln, in besonderen Fällen auch durch → Pitotrohre. Bei Grundwasservorkommen wird die Menge durch Pumpversuche ermittelt, bei denen aus der Spiegellablenkung am Pumpbrunnen und Beobachtung der Wirkung auf Kontrollbrunnen die Durchflußmenge abgeleitet wird. – Der **Wasserstand** eines stehenden oder fließenden Gewässers wird an einem → Pegel gemessen. Wichtige Wasserstände sind: **NNW**, **HHW** = niedrigster, höchster überhaupt beobachteter Wasserstand. **NW**, **HW** = niedrigster, höchster Wasserstand eines bestimmten Zeitraums (Jahresreihe, Jahr, Monat, Sommer, Winter u. ä.), **MW**, **Mittelwasser**, der Mittelwert aller beobachteten Wasserstände eines bestimmten Zeitraums. In gleicher Weise werden auch **MNW**,

MHW gebildet. Beobachtete Werte sind also nur die Tageswerte, alle anderen sind statistisch errechnet. Regulierungs-Wasserstand ist im Flußbau ein jeweils genau definiertes NW, unter dem eine bestimmte Fahrwassertiefe angestrebt wird.

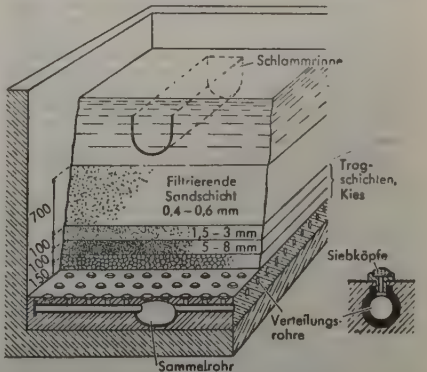
Der Wasserstand in einem Dampfkessel wird am **Wasserstandsglas** abgelesen.

Wasserrad, die älteste Wasserkraftmaschine, ein am Umfang mit Schaufeln versehenes Rad. **Gewichts-W.** werden als Zellenräder mit kastenförmigen oder als Schaufelräder mit ebenen oder mäßig gewölbten Schaufeln ausgeführt. Das Wasser wird durch das Oberwassergerinne in die Zellen oder zwischen die Schaufeln geleitet. **Stoß- oder Strom-W.** waren schon im Altertum bekannt; sie nutzten die Bewegungsenergie der Flüsse ohne Stauanlagen aus. W. haben nur geringe Drehzahlen (kaum über 10 U/min) und niedrige Wirkungsgrade. Sie wurden fast ganz durch → Wasserturbinen verdrängt.

Wasserreinigung, die Beseitigung von Verunreinigungen und Fremdstoffen aus dem Rohwasser.

Die höchsten Anforderungen werden an die Reinheit des **TRINKWASSERS** gestellt. Oberflächenwasser aus fließenden und stehenden Gewässern wird zunächst durch **mechan. Absetzverfahren** in großen, entschlammbaren Becken von gröberen Sink- und Schwebstoffen befreit, auch unter Zusatz von Fällmitteln wie Kalk, Soda, Eisen- und Aluminiumsalzen. Durch **Belüftung** wird das Wasser mit Sauerstoff angereichert, gleichzeitig werden flüchtige Stoffe (CO_2 , H_2S u. a.) entfernt.

Wasser, die mehr freies Kohlendioxid (zugehörige Kohlensäure) enthalten als zu ihrer Karbonathärte (→ Härte) gehört, zerstören Beton, Mörtel, Metalle und müssen entsäuert werden. **Mechan. Entsäuerung**, bei der das Wasser über Koks, Holzhorden rieselt oder mit Pralltellern, Spritzdüsen u. dgl. zerstäubt wird, ist nur bei Wässern mit mehr als 10° dH Karbonathärte geeignet. Klare, farblose Wässer mit einer Endkarbonathärte bis 7° dH wer-



Wasserreinigung: Schnitt durch ein Sandfilter, Maße in mm. (Nach „Hütte“ III)

den über Marmor oder Magnesit oder über halbgebrannten Dolomit gefiltert, wodurch gleichzeitig auch *Enteisenung* und *Entmanganung* bewirkt wird.

Die *Enteisenung* strebt möglichst weitgehende Keimfreiheit (unter 10 Keimen in 1 cm³) an. Die nach Zusatz von Chlorgas, Chlorkalk, Hypochloritlauge, Chloramin u. dgl. durch Hydrolyse entstehende unterchlorige Säure, *HOCl*, spaltet bakterizide naszierenden Sauerstoff ab. Auch *Überchlorung* wird angewendet. Beim *Ozonverfahren* wird ozonhaltige Luft mit dem Wasser innig vermischt. Die *Silberung* beruht auf der desinfizierenden Wirkung der Silberionen in wäßrigen Bakterienaufschwemmungen (*Oligodynamie*). Zur *Ultraviolettbestrahlung* wird in Quarzbrennern ein Lichtbogen erzeugt, der möglichst viel Licht der bakterizid wirksamen Wellenlängen 200–300 Å aussendet; das Wasser fließt in dünner Schicht an der Lichtquelle vorbei.

Durch *Filterung* werden ungelöste Stoffe zurückgehalten, gelöste, wie Eisen, Mangan, katalytisch ausgeschieden (Enteisenung, Entmanganung) und umgesetzt (→ Ionenaustauscher, → Filter).

Biologische Verfahren spielen eine geringe Rolle. Trinkwasser soll klar, farb- und geruchlos, kühl (8–12°C) und von gutem Geschmack sein.

Die Ansprüche an *BRUCHWASSER* für Gewerbe und Industrie sind oft weniger hoch als an Trinkwasser; andererseits sind z. T. andere Verfahren notwendig. So dienen z. B. zur Reinigung von Speisewasser für Dampfkessel auch die Verfahren der Abwasserreinigung (→ Abwasser). Öl wird in Filtern, Entölnern oder Setztanks abgeschieden oder elektrolitisch zersetzt. Weiches Wasser benötigen Leimfabriken, Wäschereien usw., mangan- und eisenfreies Wasser Papierfabriken, Molkeereien, Färbereien, magnesiumarmes Wasser Zuckerfabriken, Wasser bestimmter Härte Brauereien.

Wassersäule, Abk. *WS*, Maßeinheit für kleinere Drucke, z. B. geringe Gasdrücke in Gasversorgungsnetzen. 1 cm *WS* = 0,001 atm.

Wasserstoff, *H*, chem. Element, gasförmiges Nichtmetall, Ordnungszahl 1, Massenzahlen 1, 2 (→ Deuterium), 3 (→ Tritium). Atomgewicht des gewöhnlichen *W*, 1,00797, Siedepunkt –252,8°C, Schmelzpunkt –259,3°C, Dichte 0,08987·10⁻³ g/cm³. Mit verschiedenen anderen Elementen verbindet sich *W*. zu *Hydriden*. Er kann durch Erhitzen auf sehr hohe Temperatur, durch elektr. Entladungen oder durch Katalysatoren besonders reaktionsfähig gemacht werden, weil dann *W*-Moleküle teilweise in *W*-Atome aufgespalten sind (*aktiver W*). Man stellt *W* durch elektrolyt. Zerlegung von Wasser, durch Reaktion zwischen Metallen und Säuren (bes. Zink und Salzsäure), sowie aus Wassergas dar und bewahrt ihn, auf etwa 150 at verdichtet, in roten Stahlflaschen auf.

Im gewöhnl. *W*. sind zwei nur physikalisch, nicht aber chemisch verschiedene Molekülformen enthalten: *Ortho-W*. mit parallel gerichteten Kernspins der beiden *W*-Atome eines Moleküls und *Para-W*. mit antiparallel gerichteten Kernspins. Natürlicher *W*. besteht bei Zimmertemperatur aus 25 % *Para*- und 75 % *Ortho-W*.; bei tiefer Temperatur verschiebt sich das Mischungsverhältnis fast ganz zugunsten des *Para-W*.

In der Häufigkeit der Elemente in der Erdrinde steht *W*. mit einem Anteil von etwa 0,9 % an 9. Stelle. Auf der Sonne und den Fixsternen ist *W*. weitaus häufiger. *W*. besitzt als Zwischenprodukt in großtechn. Synthesen erheb. Bedeutung. Metallische Stoffe weisen bes. im flüssigen Zustand eine sehr hohe Löslichkeit für *W*. auf, bei Aluminium, Nickel, Eisen und Palladium z. B. einige Milligramm je 100 g Metall. Vor dem Vergießen sucht man den *W*-Gehalt durch längeres Stehenlassen oder Spülen mit anderen Gasen zu verringern oder zu beseitigen.

Wasserstoffbombe, eine Sonderform kernphysikalischer Kriegswaffen, die im Gegensatz zu den anderen Arten von → Atombomben nicht auf der Spaltung, sondern auf der Vereinigung von Atomkernen beruht: In der Hauptsache wird eine He-

liumbildung aus Deuterium vollzogen; jedoch erfordert das Zustandekommen der Explosion mindestens bei den zuerst angewandten Formen von *W*. auch beträchtl. Mengen von Tritium. Obwohl die von jedem Atom der explodierenden Substanz freigegebene Energie größenordnungsmäßig nicht viel höher liegt als bei Uran- oder Plutonium-Bomben, können mit der *W*. doch wesentlich stärkere Explosionen erzeugt werden, weil hier keine durch eine kritische Menge gegebene Begrenzung für den in einer *W*. vereinigten Sprengstoff gegeben ist.

R. JUNGK; Heller als tausend Sonnen (1956); J. SHEPLEY, C. BLAIR: Die *W*. (Dt. Übers. 1955).

Wasserstoffionenkonzentration, die Anzahl Mole aktiver Wasserstoffionen *H*⁺, die in einem Liter Lösung enthalten sind. Die *W*. mißt die Azidität einer Lösung. Meist wird nicht die *W*. selbst angegeben, sondern deren negativer dekadischer Logarithmus *pH*, also z. B. statt *W*. = 10⁻³ einfacher *pH* = 3.

Richtiger handelt es sich bei der *W*. um die Konzentration der *Hydroniumionen* *H*₃O⁺, die durch Anlagerung von Wassermolekeln *H*₂O an das Wasserstoffion *H*⁺ entstehen (*Hydratation*). Die *W*. ist für den Ablauf vieler chem. Reaktionen, z. B. die Inversion des Rohrzuckers, die Verseifung eines Esters und für biochem. Vorgänge entscheidend. Eine Lösung wird als sauer bezeichnet, wenn die *H*⁺-Ionen, als alkalisch, wenn die *OH*⁻-Ionen überwiegen. Sie ist neutral, wenn beide Ionenarten in gleicher Konzentration vorliegen. Für Säuren liegt *pH* zwischen etwa 0 (1-normale Säure) und 7,0, für Basen zwischen 7,0 und etwa 14 (1-normale Base).

Bei der *colorimetrischen Bestimmung der W*. ändern mit der Lösung zusammengebrachte Indikatoren ihre Färbtönung. Die genauere *elektrometr. pH-Wert-Messung* beruht auf der Wirkung in Lösung befindl. Wasserstoffionen auf Elektroden. Diese nehmen ein vom *pH-Wert* abhängiges Potential gegenüber der Flüssigkeit an (→ Potentiometrie).

W. KORDATZKI: Taschenbuch der prakt. *pH*-Messung (1952).

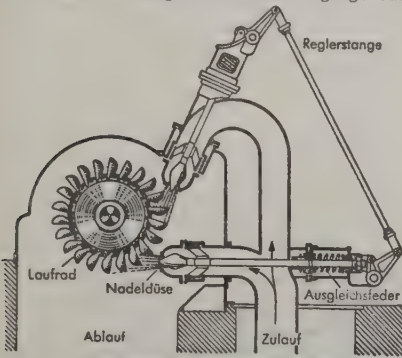
Wasserstoffperoxid, *Wasserstoffsperoxid*, *H*₂O₂, in reiner Form eine zähflüssige, leicht zersetzliche, in konzentrierter Form explosive Flüssigkeit, Schmelzpunkt –0,9°C, Dichte 1,47 g/cm³. Durch Spuren von Schwermetallen und deren Verbindungen, durch Enzyme (→ Katalase), sowie durch Licht wird die Zersetzung beschleunigt. Man gebraucht als verhältnismäßig stabil Lösungen mit 3 % *W*. oder 30 % *W*. (*Perhydrol*), oder feste Anlagerungsverbindungen mit Harnstoff, Natriumkarbonat (*Perkarbonat*) oder Natriumborat (*Perborax*), oder fügt den wäßrigen Lösungen kleine Mengen von bestimmten Stabilisatoren zu, und benutzt mit Paraffin ausgekleidete und dunkel gefärbte Flaschen zur Aufbewahrung. Herstellung durch Elektrolyse über die Peroxydischwefelsäure, *H*₂S₂O₈, die sich leicht in Schwefelsäure und *W*. zerlegen läßt. *W*. wirkt oxydierend und dadurch bleichend, keimtödtend und geruchbeseitigend. Auch Raketen, Strahlantriebsflugzeuge und Unterseeboote werden mit *W*. als Oxydationsmittel im Gemisch mit brennbaren Flüssigkeiten angetrieben. (→ Walter-Antrieb)

W. MACHU: Das *W*. und die *P*-Verbindungen (1951).

Wasserstoffsäuren, Säuren ohne Sauerstoffgehalt, z. B. Salzsäure, *HCl*. Gegensatz *Sauerstoffsäuren*, z. B. Chlorsäure, *HClO₄*.

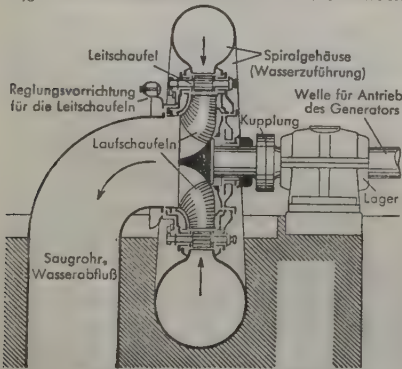
Wasserturbine, die wichtigste Wasserkraftmaschine, in der Bewegungsenergie und potentielle Energie des Wassers durch ein mit der Welle rotierendes Laufrad in Rotationsenergie umgewandelt werden. Bei der Freistrahlturbine (Gleichdruck-, Aktionsturbine) wird der Wasserdruk vor Eintritt des Wassers ins Laufrad im Leitapparat in Bewegungsenergie umgewandelt; beim Durchgang durch das Laufrad ändert sich der Druck des Wasserstrahls nicht mehr. In der Überdruck- (Reaktions-) Turbine nimmt der Druck teils im Leitapparat, teils im Laufrad stetig vom Eintritt gegen den Austritt hin ab.

Freistrahlturbinen, Peltonturbinen sind tangentielle, teilbeaufschlagte Gleichdruckturbinen. Der Leitapparat besteht aus einer runden Düse, verschließbar durch eine längsverschiebbare kegelige oder



Wasserturbine 1: Freistrahlturbine

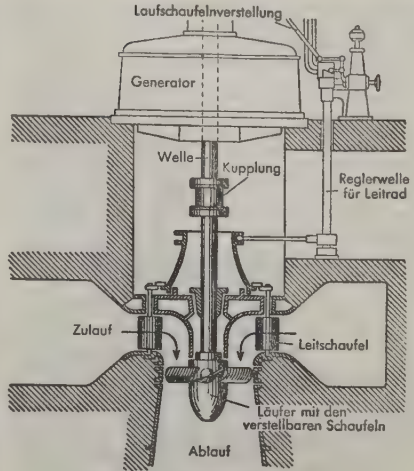
zwiebförmige Nadel. Das Laufrad ist eine Scheibe, deren Umfang becherförmige Schaufeln trägt. Eine Bremsdüse dient der Verkürzung der Auslaufzeit beim Stillsetzen der Maschine. Freistrahlturbinen werden für verhältnismäßig kleine Schluckfähigkeiten bei großen Fallhöhen verwendet; die größte ausgenutzte Fallhöhe beträgt rd. 1740 m (Dixence, Schweiz). Der Wirkungsgrad liegt vielfach über 90 %. Die Durchströmturbine ist eine Gleichdruck-



Wasserturbine 2: Francis-Turbine

W. mit walzenförmigem Laufrad. Dessen Schaufeln werden vom breiten Wasserstrahl zuerst von außen nach innen und anschließend von innen nach außen durchströmt.

Francis-, Kaplan- und Propellerturbinen sind vollbeaufschlagte Überdruckturbinen. Das Wasser tritt ins Laufrad ein, bei langsamlaufenden Francis-turbinen radial von außen nach innen, bei schnelllaufenden halbaxial von außen nach innen und bei Kaplan- und Propellerturbinen axial; der Wasser-austritt ist bei allen Bauarten axial. Das Leitrad wird mit drehbaren Schaufeln ausgeführt und dient als Regel- und Absperrorgan. Die Leitschaufeln sind mit dem Regulierung durch Laschen oder Lenker gekuppelt. Bei Kaplan-turbinen wird Doppelregelung werden Laufradschaufeln durch einen druckge- steuerten Kolben in der hohlen Turbinenwelle ver- stellt, wobei bes. gute Wirkungsgrade bei Teillasten erzielt werden. Die Turbinenwelle ist mit der Ge- neratorwelle meist fest gekuppelt und das Laufrad fliegend angeordnet. Der Rohrturbine, einer neuen Überdruckturbine mit waagerechter oder schwach geneigter Welle, wird das Wasser in einem geraden,



Wasserturbine 3: Kaplan-Turbine

geschlossenen Kanal zugeführt. Das Wasser umströmt den auf der Druckseite angeordneten Ge- nerator.

Das Wasser wird durch Rohrleitungen oder offene Gerinne zugeleitet. Alle Überdruckturbinen werden mit einem Saugrohr versehen. Francis-turbinen wurden für Fallhöhen bis über 600 m und für Leistun- gen bis rd. 250000 PS, Kaplan-turbinen für Fall- höhen bis 80 m und mit Laufraddurchmessern von rd. 8 m ausgeführt. Die Wirkungsgrade liegen meist ebenfalls über 90 %. Überdruckturbinen werden so- wohl mit stehender wie auch mit liegender Welle gebaut; Francis-turbinen werden auch mit zweiseitig beaufschlagtem Laufrad als Doppel-turbine oder als Zwillingturbine mit zwei Laufrädern auf einer Welle ausgeführt; mehrstrahlige Francis-turbinen wurden durch die Kaplan-turbine verdrängt.

Wasseruhr, eine der ältesten Zeitmeßvorrich- tungen: Aus einem Behälter mit kleiner Öffnung tropft Wasser in ein tiefer liegendes Gefäß und hebt einen Schwimmer, an dem ein Zeiger sitzt.

Wasserverdrängung, die Größe eines Schiffes, angegeben als Gewicht der von ihm verdrängten Wassermenge, gemessen in → Tonnen.

Wasserversorgung, die Versorgung der Haus- haltungen und der Industrie mit Trink- und Brauch- wasser.

Das Wasser wird als Regenwasser, Oberflächen-, Grund- und Quellwasser gewonnen. Regenwasser wird dort in Zisternen gesammelt, wo anderes Wa- ser unbrauchbar ist oder fehlt. Oberflächenwasser entnimmt man Flüssen, Seen oder Talsperren. Es muß bei direkter Entnahme stets durch → Wasser- reinigung aufbereitet werden. Bei genügend durch- lässigen, gut filtrierenden Bodenschichten kann man → Brunnen in etwa 50 m Abstand vom Ufer anlegen. Grundwasser wird durch Bohrungen erschlossen; es wird gewonnen in Sickerrohren, Sammelkanälen oder -stollen oder in Brunnen. Quellwasser wird durch Sicker- oder Sammelkammern mit Sammelbe- hältern, durch Sickerrohre oder Sammelstollen gefaßt.

Das Wasser wird in Sammelbehältern aufgefan- gen und gespeichert und fließt von dort in das Ver- teilungsnetz. Der Versorgungsdruck (als Wasserhöhe gemessen) soll an der Eintrittsstelle in ein Haus 10 m höher sein als der Fußboden des obersten Gescho- ses, um eine genügende Spritzwirkung beim Feuer- löschen zu erreichen. Ablagerungen in den Rohr- leitungen (Sand-, Eisen- und Kalkschlamm) werden durch kräftiges Ablassen der Hydranten herausge- spült, Inkrustationen, z. B. von Kalk oder Rost, durch Stahlbürsten, Schabemesser- oder Bohr-

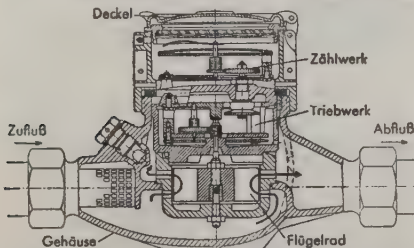
Wasserwaage – Wechselrichter

apparate (mit Wasserturbinenantrieb) entfernt. Die Hausanschlußleitung führt das Wasser vom Straßennetz in das Innere des Hauses, wo ein Absperrventil und der → Wasserzähler eingebaut sind.

J. BRIX, H. HEYD u. E. GERLACH: Die W. (*1963).
Wasserwaage, Setzwaage, → Libelle; BILD Maurerwerkzeuge.

Wasserwert, bei einem → Kalorimeter die Zahl, die angibt, welche Wärmemenge bei der Erhöhung oder Erniedrigung der Temperatur um 1° von dem Kalorimeter aufgenommen oder abgegeben wird.

Wasserzähler dienen zum fortlaufenden Zählen der durch eine Rohrleitung fließenden Wassermenge. Beim Flügelradzähler werden die Drehungen eines



Wasserzähler: Schnitt durch einen Flügelradzähler (Pfeile kennzeichnen die Fließrichtung des Wassers)

mit Schaufeln besetzten Flügelrades auf ein Zählwerk übertragen, beim Ringkolbenzähler die durch einen umlaufenden Ringkolben bewirkten Füllungen und Entleerungen einer Meßkammer gezählt.

Wasserzeichen, durchscheinende Zeichen (Buchstaben, Namen, Figuren) im Papier, dienen zur Sicherung gegen Fälschungen bei Banknoten, Aktien, Urkunden, Briefmarken oder als Kennzeichen für die Herkunft des Papiers. Zur Erzeugung „echter W.“ dient ein mit Drahtfiguren versehener *Egoutteur*, der auf der Siebpartie der Papiermaschine bei dem letzten Sauger mitläuft. „Unechte W.“ werden durch Prägung des trockenen oder etwas befeuchteten Papiers eingedrückt.

Watt, James, engl. Erfinder (TAFEL Naturforscher und Erfinder), * 1736, † 1819, schuf 1765 die erste direkt wirkende Niederdruckdampfmaschine und 1782/84 eine doppelwirkende Maschine mit Drehbewegung. Mit M. BOULTON als Geldgeber gründete W. 1776 die erste Dampfmaschinenfabrik.

C. MATSCHOSS: Große Ingenieure (*1954).

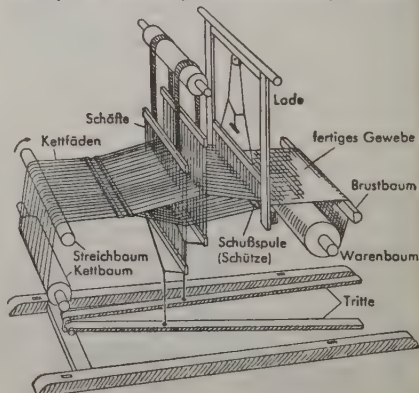
Watt, Abk. W, nach J. → WATT benannte Maßeinheit der → Leistung. Es ist $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ Nm/s}$. In der Wechselstromtechnik wird W. insbes. als Einheit der Wirkleistung verwendet.

Watte, eine durch Übereinanderschichten (Doublieren) mehrerer Krempelvliese entstehende lockere Faserschicht, die in der Spinnerei weiterverarbeitet wird. **Polster-W.** dient zum Ausfüllen (Wattieren) von Kleidungsstücken, für Steppdeckenfüllungen und als Polstermaterial. **Verband-W.** ist gereinigte, gebleichte und durch Entfetten saugfähig gemachte Baumwolle. Präparierte W. sind die antiseptischen *Borsäure-W.* und *Salzylsäure-W.*, ferner *Eisenchlorid-W.* (*blutstillende W.*) und *Menthol-W.* **Zellstoff-W.** dient für größere Verbände.

wattloser Strom, Blindstrom (→ Wechselstrom).
Wavellit, rhombisch-bipyramidales Mineral $\text{Al}_2(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, farblos bis grau, in radialstrahligen Aggregaten hydrothermal in Klüften von Sedimenten oder zersetzten magmatischen Gesteinen.

Weber, Wilhelm, Physiker, * 1804, † 1891, Prof. in Halle, Göttingen und Leipzig, baute mit GAUSS 1833 einen Elektromagnet. Telegraphen, begründete mit ihm das absolute elektr. Maßsystem und bestimmte das Verhältnis des Elektromagnet. zur Elektrostat. Stromstärkeinheit, wobei sich ergab, daß der Proportionalitätsfaktor gleich der Lichtgeschwindigkeit ist.

Webererei (TAFEL Textilmaschinen). Beim **Handwebstuhl** sind die Kettfäden hinten auf einer breiten Walze, dem **Kettbaum**, aufgewickelt und laufen von hier aus parallel und straff gespannt nach dem vorn liegenden **Zeug- oder Warenbaum**. Zwischen beiden befinden sich die **Schäfte**, Holzrahmen mit vielen senkrechten Schnüren (**Litzen**), durch deren Ösen (**Mailons**) abwechselnd die Kettfäden geführt sind. Beim Weben werden diese Schäfte durch hölzerne **Tritte** abwechselnd gehoben und gesenkt; dadurch bilden die Kettfäden ein **Fach**, durch das der **Schützen** mit einer darin befindlichen Spule und dem Schußfaden hindurchgetrieben wird. Antriebsmittel für den Schützen ist der **Treiber**, eine Art Schlagwerkzeug, der durch eine Zugsnur mit Handgriff eine stoßende Bewegung erhält. Nach dem Eintrag wird der Schußfaden durch die pendelnd aufgehängte **Lade** mit dem **Weberkamm**, einem rechteckigen Rahmen mit senkrechten Stahlstäben zur Führung der Kettfäden und des Schützen, an das bereits fertige Gewebe angeschlagen. Dann wird der Tritt gewechselt; die Kettfäden ändern ihre Stellung zueinander; es bildet sich ein neues Fach; der Schützen wird von der anderen Seite her durchgeschossen. – **Mechanische Webstühle** sind grundsätzlich wie die Handwebstühle eingerichtet; Schäfte, Schützen, Schußschlag usw. werden meist durch einen Elektromotor über ein mechan. Getriebe im Webstuhl (z. B. Exzenter, Kurvenscheiben, Kurbeln)



Webererei: Schema eines Handwebstuhls

bewegt. Der auf die Breite des Gewebes zugeschnittene Schußfaden kann auch durch Druckluft in das Fach eingetragen werden. Für Gewebe mit einfacher Musterung gibt es Webstühle mit bis zu 40 Schäften, die durch besondere Vorrichtungen (**Schafmaschine**) gesteuert werden. Ein mechan. Webstuhl zur Herstellung beliebig gemusterter Webware ist der **Jacquardstuhl** (→ Jacquard).

Webautomaten arbeiten mit selbsttätigem Spulen- oder Schützenwechsel. Zu den **Spezialwebstühlen** gehören u. a. der schützenlose **Greiferstuhl**, die **Sulzer-Webmaschine**, der **Rundwebstuhl**, der **Ruten- und Doppelpflichtwebstuhl** für Florgewebe, die versch. **Teppichwebstühle** sowie der **Bandwebstuhl** mit mehreren Arbeitsstellen (Gängen) nebeneinander.

GESCHICHTE. W. mit waagerechter oder senkrechter Kette ist schon seit vorgeschichtl. Zeit und bei vielen Naturvölkern bekannt. Der **Trittwebstuhl** kam im 12. Jahrh. auf. Der erste brauchbare mechan. Webstuhl stammt von dem engl. Pfarrer CARTWRIGHT (1784/88). Die endgültige Lösung fand der engl. Mechaniker ROBERTS in Manchester (1822).

H. REPENNING: Die mechan. W. (*1955).

Wechselgetriebe dienen zum Einschalten verschiedener Übersetzungen, → Kraftwagengetriebe.

Wechselrichter, ELEKTROTECHNIK: ein Gerät zur Umformung von Gleichstrom in Wechselstrom. Man verwendet hierzu gittergesteuerte Stromrich-

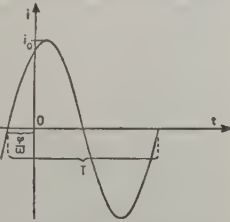
ter, insbes. für höhere Leistungen. Bei kleineren Leistungen werden auch andere ruhende Schalter benutzt, z.B. Elektronenröhren oder Transistoren. Mechanische W. (Zerhacker, Vibrator, Pendelumformer) werden als Teile von → Umrichtern für kleine Leistungen in batteriegespeisten Rundfunkgeräten vielfach angewendet.

Wechselstrom, elektrischer Strom, dessen Richtung und Stärke sich periodisch mit der Zeit ändert; Gegensatz: → Gleichstrom. Der Strom- und Spannungsverlauf der W. ist meist sinusförmig; soweit Abweichungen von der Sinusform vorkommen, lassen sie sich in eine sinusförmige Grundwelle und sinusförmige Oberwellen zerlegen. Die Zeit T , nach der sich die Ablauf der Stromstärke und Spannung des W. wieder den gleichen Wert und die gleiche Richtung haben, bezeichnet man als *Periode*, die Periodenzahl je Sekunde als Frequenz $f = 1/T$. Für einen sinusförmigen W. $i = i_0 \sin(\omega t + \varphi)$ ist i der Augenblickswert, i_0 der Höchst- oder Scheitelpunkt oder die *Amplitude*, ω die *Kreisfrequenz*, die sich von der Frequenz um den Faktor 2π unterscheidet, und φ der *Phasenwinkel*. → Drehstrom ist die Verkettung dreier W. gleicher Frequenz und Amplitude, zwischen denen eine Phasenwinkeldifferenz von je 120° besteht.

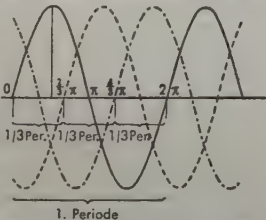
Der gebräuchliche Netz-W. hat in Deutschland die Frequenz 50 Hz; elektrische Bahnen werden meist mit $16\frac{2}{3}$ Hz betrieben. Technische W. werden mit jeder gewünschten Leistung im allgemeinen in → Generatoren erzeugt, Frequenzbereich bis etwa 20 kHz. Höherfrequente W. (bis mehrere 1000 MHz) für die Nachrichtentechnik werden in Schwingungskreisen oder Generatoren mit Röhren- oder Kristallverstärkern erzeugt.

Mit der Stromstärke und Stromrichtung wechselt auch das von einem W. erregte magnetische Feld. Auf Grund der Induktionsgesetze entsteht in einem anderen Leiter, der im Bereich des elektromagnetischen Feldes liegt, eine Wechselspannung gleicher Frequenz. Das ergibt die Möglichkeit, W.-Energie von einem Stromkreis in einen anderen zu übertragen, wobei durch die Wahl der Windungszahlen die Wechselspannung beliebig hinauf- oder herabtransformiert werden kann (→ Transformator). Da bei gleicher Leistung die Stromstärke um so geringer ist, je höher die Spannung gewählt wird, da ferner die Verluste durch Erwärmung des Leitungsdrahtes mit dem Quadrat der Stromstärke anwachsen (Joulesches Gesetz), so können große elektr. Leistungen mit einem um so geringeren Aufwand an Leitungsmaterial und mit um so geringeren Stromwärmeverlusten übertragen werden, je höher die Spannung gewählt wird. Bei der Fernleitung von etwa 10000 kW Leistung führen die Leitungen (selbst bei der Hochspannung von 100000 V) noch Ströme der Größenordnung 100 A und erfordern entsprechend große Leistungsquerschnitte.

Seit der ersten Fernübertragung (1891) von Laufen a. N. nach Frankfurt a. M. (178 km) war die Möglichkeit großer Streckenüberbrückung und zu-



Wechselstrom: zeitlicher Verlauf (Einphasenstrom)



Wechselstrom: Drehstrom (Dreiphasenstrom); die Ströme sind um $\frac{1}{3}$ Periode gegeneinander verschoben.

gleich die Überlegenheit des → Drehstroms erwiesen. In der Folgezeit hat sich die Wechsel- und Drehstromtechnik immer mehr durchgesetzt, die Erschließung von Wasserkraften und anderen Energiequellen ermöglicht und endlich die Stromversorgung in allen Ländern (→ Hochspannung) maßgebend gestaltet.

Wechselstromgerät, elektr. Gerät, das nur mit Wechselstrom betrieben werden kann. *Rundfunkempfänger* für Wechselstrombetrieb (*Wechselstromempfänger* im Gegensatz zu → Allstromempfängern) enthalten einen Netztransformator mit Anzapfungen an der Primärwicklung zum Anpassen an die jeweilige Netzspannung, mit einer Wicklung zur Heizung der Röhren und mit einer Wicklung zur Speisung eines Gleichrichters (Röhren- oder Selengleichrichter), der die Anodenspannung liefert und an den sich Siebglider zur Ausfilterung der überlagerten Wechselspannung (Brummspannung) anschließen. Beim Anschalten eines W. an ein Gleichstromnetz brennen die Sicherungen durch oder es wird der Netztransformator zerstört.

Wechselstromtelegraphie, ein Telegraphiesystem mit gleichzeitiger Übertragung mehrerer Fernschreiben in verschiedenen Frequenzlagen über dieselbe Leitung. Die gebräuchlichsten Systeme arbeiten mit 18 oder 24 Kanälen von je etwa 80 Hz Bandbreite. Die einzelnen Trägerfrequenzen werden von Röhren- oder Maschinengeneratoren erzeugt, durch Relais oder besondere Schaltungen (Modulatoren) moduliert und über Filter gemeinsam auf die Übertragungsleitung gegeben. Am Empfangsort werden die einzelnen Frequenzbänder aus dem Frequenzgemisch herausgesiebt, verstärkt, gleichgerichtet und dem jeweiligen Empfangsrelais zugeführt, das wieder die ursprüngl. Gleichstromzeichen an den Empfänger liefert. Die W. ermöglicht eine gute Ausnutzung der Leitungen.

Wechselwirkung, die Kräfte zwischen den Elementarteilchen. Die *starke W.* bestimmt den bei weitem wesentlichsten Teil der Kräfte zwischen den Nukleonen und Mesonen und ist z. B. für den Zusammenhalt der Atomkerne verantwortlich. Als *elektromagnetische W.* werden die Kräfte zwischen zwei elektr. Ladungen oder Magneten zusammengefaßt; die elektromagnet. W. ist ferner bestimmend für den Zerfall angeregter Atomkernzustände durch Aussendung eines Gammaquants. Die *schwache W.* bewirkt den Betazerfall der Atomkerne sowie den Zerfall vieler instabiler Elementarteilchen. Die *Gravitations-W.* verursacht die Massenanziehung. Die relative Stärke der vier angeführten W. verhält sich ungefähr wie $10:1/137:10^{-23}:10^{-48}$. Möglicherweise können alle Kräfte in der Natur mit Hilfe dieser vier W. verstanden werden.

Wechselwirkungsgesetz, eins der Grundgesetze der Mechanik. Im Falle des → Gleichgewichts entspricht jeder Kraft eine gleich große, entgegengesetzt wirkende Gegenkraft: Ein Gewicht wirkt nach unten, die Stützkraft der waagerechten Unterlage nach oben.

Wedgeofen, mehrherdiger Tellerofen mit zentraler hoher Antriebswelle für die luftgekühlten Rührarme (Krählarne) auf jedem Herd zum Rosten sulfidischer Erze.

Weft, Schußgarn aus harter engl. Cheviotwolle.

Wegenersche Theorie, → Verschiebungstheorie.

Wegerung, Wägerung, auf Schiffen die Bekleidung auf den Spanten (*Seiten-W.*), unter den Deckbalken (*Decken-W.*), in den Laderäumen (*Raum-W.*) sowie der Bodenbelag des Innenbodens (*Boden-W.*) aus Holz oder Metall, um die Ladung oder die Wohnräume vor dem Schwitzwasser an der Außenhaut zu schützen.

Weglänge, freie, mittlere f. W., → kinetische Gastheorie.

Wehr, ein Bauwerk zum Stauen von fließendem Wasser. (Vgl. TAFELN Kraftwerk I, Wasserbau)

Die **FESTEN W.** haben einen unbewegl. Staukörper, so daß eine willkürliche Beeinflussung des Stauwasserspiegels nicht möglich ist. Die W.-Krone liegt beim *Überfall-W.* höher als der Unterwasserspiegel,

Weiche – Wein

beim *Grund-W.* unter dem Unterwasserspiegel und beim *Absturzbauwerk* mit der Oberwasserohle auf gleicher Höhe. Das *Heber-W.* hat eine luftdichte Haube über dem festen W.-Körper. Zwischen Ober- und Unterwasser entsteht ein vollständig geschlossener Heberschlauch, in dem das Wasser abgeleitet wird. Heber-W. regeln auch bei stark veränderlicher Wasserführung den Oberwasserstand mit geringen Schwankungen selbsttätig auf eine bestimmte Höhe.

Bei den *BEWEGLICHEN W.* können die Staukörper ganz oder teilweise entfernt werden, wodurch eine Beeinflussung des Oberwasserstandes oder der Durchflußmengen möglich ist. Die Verschlüsse werden meist mechanisch, bei einigen W.-Arten auch selbsttätig durch das Wasser bewegt. Das *Schützen-W.* ist eine Stauwand (→ *Schütz*), die in einer beiderseitigen Führung senkrecht auf und ab bewegt wird. Beim *Klappen-W.* sind auf der festen W.-Schwelle liegende und um eine waagerechte Achse drehbare Klappen die Staukörper. Das *Dach-W.* besteht aus 2 Klappen, die dachförmig so angeordnet sind, daß die eigentl. W.-Verschluß bildende Hauptklappe sich mit Rollen auf die unterstromseitige Gegenklappe stützt. Die gelenkartig auf dem Fundament befestigten Klappen werden durch den Wasserdruck selbsttätig niedergelegt und aufgerichtet. Das *Segment-W.* hat als Stauwand ein Segmentschütz, das durch Drehen um eine vertikale Achse aus der Staulage angehoben wird. Beim *Sektor-W.* ist der im Querschnitt kreissektorförmige und um eine waagerechte Drehachse bewegliche Staukörper in einer Aussparung der festen Schwelle versenkbar. Das *Walzen-W.* besteht aus einem Hohlzylinder als Stauverschluß mit Schnabelfortsatz oder vorgesetztem Stauschild zur Vergrößerung der Stauhöhe. Die an beiden Enden in den W.-Pfeilern lagernden Walzen werden auf schrägen Laufbahnen mit Zahnstangen, die in Zahnkränze auf der Walze eingreifen, mittels Windwerksaufzug bewegt. Das *Nadel-W.* mit vielen nebeneinanderstehenden als Verschluß dienenden Bohlen wird heute nur noch als Notverschluß bei anderen W.-Arbeiten gebaut. Dasselbe gilt für das *Dammalken-W.*, bei dem die einzelnen Balken in lotrechten Führungsnuten gleitend übereinander gelegt werden.

H. PRESS: Stauanlagen und Wasserkraftwerke, Teil 2: W. (1959).

Weiche, EISENBAHN: Vorrichtung zur Verbindung von Gleisen. Nach der Richtung der Ablenkung werden unterschieden: *Rechts- und Links-W.*; bei Abzweigung aus Gleisen in Krümmungen *Innen-*

und *Außenbogen-W.*, bei gleichzeitiger Gabelung nach beiden Seiten *symmetrische W.* und bei mehrfacher Gabelung *Doppel-W.* (rechts, links, symmetrisch), heute seltener gebaut. Die Verbindung sich kreuzender Gleise ergibt die einfache oder doppelte *Kreuzungs-W.* Bei der Verbindung zweier (paralleler) Gleise durch W. entsteht die *W.-Verbindung*, bei Verbindung über Kreuz das *W.-Kreuz*. Eine Aufeinanderfolge von W. heißt *Weichenstraße*. Bei den übl. W. laufen die äußeren Schienen (Bakken- oder Anschlagsschienen) durch. Zwischen beiden liegen die Zungen, die sich jeweils an die Backenschienen anlegen und miteinander durch eine Spurstange, die gleichzeitig zum Stellen dient, verbunden sind. Am anderen Ende (Zungenwurzel) sind die Zungen in Drehstühlen gelagert (*Drehstuhl-W.*) oder elastisch federnd mit der nächsten Schiene verbunden (*Federzungen-W.*). Das Schienenstück, in dem sich die abzweigende mit der durchgehenden Schiene schneidet, heißt → *Herzstück*. Zur Führung der Räder in den am Herzstück entstehenden 40 bis 50 mm breiten Spurlücken werden an der gegenüberliegenden Schiene erhöhte Führungen (Radlenker) angebracht. Fernbediente W. werden in → *Stellwerken* umgestellt.

Weicheisen-Instrument, → Dreheiseninstrument.

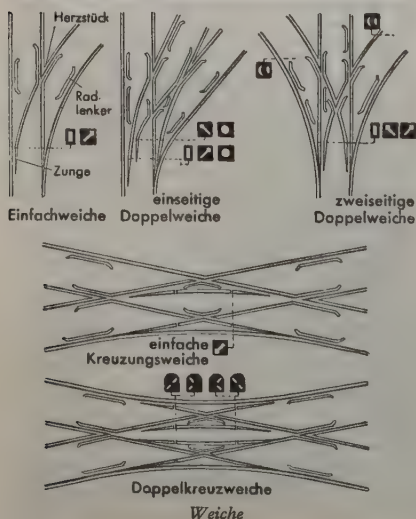
Weichmacher, Weichmachungsmittel, Stoffe, die im Gemisch mit hochmolekularen Substanzen, bes. Kunstharzen, verwendet werden, um deren Härte und Sprödigkeit zu mildern und gegebenenfalls bis zu einer kautschukartigen Elastizität abzuwandeln. Als W. dienen vielfach hochsiedende Ester, z. B. der Phosphorsäure, Phthalsäure, Adipinsäure oder Sebazinsäure, ferner Ester von Polyalkoholen einschließl. der natürlichen fetten Öle; im Zelluloid dient Kampher als W. Über W. für Kautschuk → *Plastikator*.

H. GNAMM-W. SOMMER: Lösungsmittel und Weichmachungsmittel (1958).

Weihrauch, Olibanum, der eingetrocknete Wundbalsam von *Boswellia*-Arten, gewonnen in Somalia und Arabien. Der handelsübliche W., der für rituelle Zwecke gebraucht wird, ist eine Mischung verschiedenster Harze (Olibanum, Myrrhe, Benzoe, Storax und Tolubalsam) und getrockneter Drogen (Zimtrinde, Lavendelblüten u. a. m.).

Wein, aus Traubensaft durch alkoholische Gärung gewonnenes Getränk. Der *Weinstock* verlangt gemäßigtes, sonniges Klima, liebt warme, lockere, tiefgründige Böden und verlangt sorgfältige Erziehung und besonderen Schnitt. Die Ernte (*Weinlese*) beginnt in Dtl. im September, in Edelweingebieten oft erst Ende Oktober bis Anfang Dezember. Frühreifende Sorten werden in der *Vorlese* geerntet. Läßt man die besten Trauben der späten Sorten (Riesling) über das Ende der Hauptlese hinaus hängen, so bekommt man die durch Zuckerreichtum sich auszeichnende *Spätlese*. Tafeltrauben müssen vor der Vollreife bei trockenem Wetter gelesen werden.

WEINBEREITUNG. Die Beeren werden in der Traubenmühle zerquetscht und oft auch zugleich entrappt. Zur Bereitung von *Weißwein* wird die Maische sofort abgекeltet. Je nach Jahrgang, Reifegrad, Traubensorte und Art der Kelter erhält man aus 100 kg Trauben etwa 60–80 kg, im Durchschnitt 75 kg → *Most*. Heute verwendet man zunehmend Entsaftungskammern, Behälter mit einem engmaschigen Holzrost als Boden, in die die Maische eingefüllt wird, wobei der Saft unten abfließt, oder Entsaftungsmaschinen, in denen die Maische in geeigneten, gelochten Metallzylindern unter dauerndem Bewegen nach oben gedrückt wird. Der erhaltene *Trubmost* wird geschwefelt. Die Gärung des Mostes kann durch Eigengärung, also durch die auf den Trauben haftenden Hefen, oder mit Reinzuchthefe erfolgen. Dabei werden Trauben- und Fruchtzucker in Alkohol und Kohlendioxid umgesetzt. Zur Bereitung von *Rotwein* läßt man die Maische im ganzen vergären und keltert erst nach 6–8 Tagen den fertigen W. ab. Bei der *Tankgärung*, bes. für Rotwein, wird die Maische in einem Tank aus emailliertem Stahl vergoren. Durch das entwickelte Kohlendioxid wird die Maische von der Luft abgeschlossen, so daß kein



Buketverlust entsteht. Durch Ansteigenlassen des Kohlendioxiddruckes auf etwa 8 atü kann man aber die Gärung zum Stillstand bringen und den W. künstlich süß halten (*gestoppter W.*). Bei der Nachgärung setzen sich Hefe, Trubstoffe, Weinstein usw. ab, der klare W. wird umgefüllt. Während der Lagerung vollzieht sich auch der nur bei säurereichen W. erwünschte Säureabbau, eine von bestimmten Bakterien bewirkte Umwandlung von Apfelsäure in Milchsäure. In der weiteren Kellerbehandlung werden Trübungen durch *Filtern* mittels Filtermassen aus Zellstoff, Asbest und Kieselgur oder auf chem. Wege durch → Schönen entfernt. Weißer und schwarzer Bruch, eine durch allmähliche Oxydation von Eisen verursachte Ausscheidung von Ferriphosphat oder Eisen-Gerbstoffverbindungen, wird durch die *Blauschönung* (*Möslingern*) entfernt: Durch Zusatz der berechneten Menge von gelbem Blutlaugensalz wird das gesamte Eisen als Berliner Blau (Blautrub) gefällt. Eiweißtrübungen lassen sich durch kurzes (2 min) Erwärmen des W. auf 68–75°C unter Luftabschluß entfernen. Weinstein scheidet sich beim Kühlen auf etwa –4°C aus. Zur *Weinverbesserung* wird *Trocken-* oder *Naßzuckerung* (bei natürl. Mangel an Zucker oder natürl. Übermaß an Säure), *Entsäuerung* (mit Kalziumbikarbonat) und *Verschnitten* (Mischen mit anderem Wein) angewandt.

Völlig vergorene W. enthalten in 1 Liter etwa 850–920 g Wasser. In leichten W. finden sich 55–75 g/l, in mittleren 75–90 g/l, in guten bis sehr guten W. 90–110 g/l Alkohol. An Säuren sind Apfel- und Weinsäure neben geringen Mengen Milch- und Bernsteinsäure, in deutschen W. insgesamt etwa 5–8,5 g/l (berechnet als Weinsäure) vorhanden. Von Gerb- und Farbstoffen finden sich in Weiß-W. bis zu 0,2 g/l, in Rot-W. 1–2,5 g/l, in sehr farbstarken Deck-W. bis 6 g/l. Glycerin entsteht während der Gärung, so daß der Wein 6–10 g/l davon enthält. Der Mineralstoffgehalt deutscher W. beträgt rund 1,8–2,5 g/l, vorwiegend Kali und Phosphorsäure. Der Gehalt an Stickstoffverbindungen liegt unter 1 g/l. An Bukettstoffen wurden u. a. nachgewiesen: Vanillin, Zimtaldehyd, Azetaldehyd, Terpeneol, Propyl-, Butyl-, Amylalkohol, Essig-, Propion-, Butter-, Kaprin- und Kaprylsäure.

E. Vogt: Der W., Bereitung, Behandlung u. Untersuchung (*1955); G. Troost: Die Technologie d. W. (*1961).

Weinbeeröl, Weinhefeöl, Drusenöl, wird durch Destillation von Weinhefe oder Hefepresskuchen gewonnen, besteht hauptsächlich aus Estern der Kaprinsäure, Kaprylsäure und Kapronsäure, auch Laurinsäure. Verwendung für Weinbrandessenzen.

Weinsäure, Dioxysbernsteinsäure, COOH·CHOH·CHOH·COOH, kristallisierte zweibasische organ. Säure, die zwei asymmetrische Kohlenstoffatome enthält. Die *Rechts-W.* (d-W.), *gewöhnliche W.*, *Weinsteinsäure*, dreht die Ebene des polarisierten Lichts nach rechts. Sie findet sich häufig in Pflanzen. Verwendung zur Herstellung von Brausepulvern, erfrischenden Getränken, Backpulver, in der Färberei und Zeugdruckerei. Von den *weinsäure Salzen* oder *Tartraten* ist das Kaliumbitartrat der → Weinstein; *Kaliumnatriumtartrat*, $C_4H_4O_6KNa + 4H_2O$, *Seignette- oder Rochellesalz*, dient als mildes Abführmittel und zur Herstellung der → Fehlingschen Lösung. Der *Brechweinstein* ist Kaliumantimonyltartrat, $C_4H_4O_6(SbO)K + \frac{1}{2}H_2O$.

Die Linkswinsäure (l-W.) unterscheidet sich von der d-W. nur durch ihr entgegengesetztes Drehungsvermögen. Die *Traubensäure*, $C_6H_8O_6 + H_2O$, besteht aus einer Verbindung gleicher Teile d-W. und l-W., sie ist daher optisch inaktiv. Die *Meso-W.* ist gleichfalls optisch inaktiv, jedoch infolge intramolekularer Kompensation, d. h. der Drehungssinn der beiden asymmetrischen Kohlenstoffatome ist entgegengesetzt.

Weinstein, vorwiegend Kaliumbitartrat, $HOOC·CHOH·CHOH·COOK$, feste, grauweiße Krusten, die sich beim Gären des Mostes an den Fässern abscheiden; auch mildes Abführmittel.

Weißer Zwerge, Sterne mit Oberflächentempe-

raturen zwischen 7000 und 10000°C, geringer Leuchtkraft (absolute Helligkeit 10^{10} – 10^{16}) und Radien von der Größenordnung des Erdradius. Da ihre Massen nur wenig unter dem Durchschnitt liegen, haben sie extrem hohe mittlere Dichten (10^8 bis 10^7 g/cm³). Ihre zentrale Dichte dürfte 10¹⁰mal größer sein als die der Sonne, ihre Zentraltemperatur etwa 10 Mio Grad betragen. Die W. Z. haben das Endstadium der Sternentwicklung erreicht und ihren gesamten Wasserstoffvorrat in Helium verwandelt, so daß die Strahlungsenergie nur noch durch Kontraktion nachgeliefert wird, bis sie erlöschen. Die Materie ihres Inneren befindet sich in entartetem Zustand, d. h., sie besteht aus einem „Plasma“ von fast oder ganz ihrer Elektronenhülle beraubten Atomkernen und freien Elektronen. Infolge des großen Gravitationspotentials an ihrer Oberfläche zeigen die W. Z. eine relativistische Rotverschiebung der Spektrallinien, die, als → Doppler-Effekt aufgefaßt, z. B. bei Sirius B einer Geschwindigkeit von + 19 km/s entspricht.

Weißglut, → glühen.

Weißgold, eine Goldlegierung aus 58–83 % Gold und anderen Metallen (Kupfer, Silber, Nickel).

Weißmetall, Lagermetall mit 5–80 % Zinn, Rest Antimon, Kupfer, Blei und evtl. andere Elemente.

Weißsieden, Weißsud, Ansieden, ein Verfahren zur Verschönerung geringwertiger Silberwaren. Die Teile werden an der Luft schwach gegläut, bis sie infolge der Oxydation des Kupfers an der Oberfläche schwarz erscheinen. Durch Erhitzen mit verdünnter Schwefelsäure oder Weinsteinlösung wird dann das Kupfer entfernt und eine dünne Silberschicht freigelegt.

Weißtönen, TEXTILVEREDELUNG und WÄSCHEREI: optische Aufhellungsmittel, → bleichen.

Weldon-Verfahren, Verfahren zur Gewinnung von Chlor aus Salzsäure durch Oxydation mit Braunstein.

Welle, 1) PHYSIK: urspr. die zeitl. und räuml. Änderung der Oberflächengestalt einer Flüssigkeit, hervorgerufen durch eine räumlich begrenzte Störung (*Wasser-W.*), dann übertragen auf die Zustandsänderung physikalischer Größen, die einem ähnl. Ausbreitungsgesetz genügt (*elastische W.*, *Schall-W.*, *elektromagnetische W.*). Beliebige W.-Formen lassen sich stets aus *harmonischen* (*sinusförmigen*) W. aufbauen, die durch periodische Störungen erregt werden, → Schwingung.

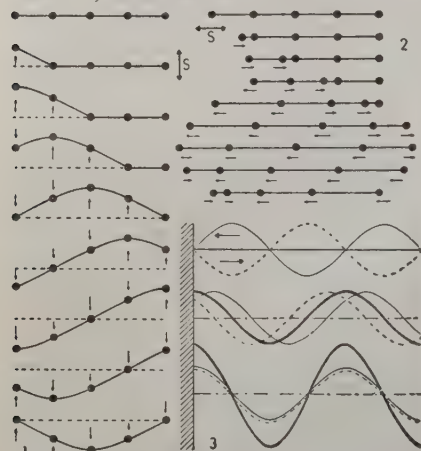
Von einer punktförmigen Störquelle breiten sich im homogenen Raum *Kugel-W.* aus; bei Störungen längs einer Geraden entstehen *Zylinder-W.*; überall gleichphasige Erregung in einer Ebene erzeugt *ebene W.* Die W.-*Flächen* dieser einfachen Systeme, d. h. die Flächen, auf denen in einem bestimmten Zeitpunkt überall dieselbe Erregung herrscht, sind Kugel- oder Zylinderflächen oder Ebenen. Die Ausbreitung geschieht in Richtung der Normalen dieser Flächen. Bei ebenen W. bezeichnet man den Abstand zweier benachbarter Wellenflächen gleicher Erregung, also z. B. den Abstand benachbarter W.-Berge oder W.-Täler, als *Wellenlänge*. Der reziproke Wert dieser Größe heißt *Wellenzahl*. Bei sinusförmiger Erregung ist das Produkt aus Wellenlänge und → Frequenz der örtlichen Schwingung gleich der *Phasengeschwindigkeit*, das ist die Geschwindigkeit, mit der eine ebene Wellenfläche konstanter Erregung fortschreitet. Davon zu unterscheiden ist die *Gruppengeschwindigkeit*, das ist die Geschwindigkeit, mit der der Schwerpunkt einer endlich ausgedehnten Wellengruppe und damit also die Energie sich weiter bewegt. Wenn Phasen- und Gruppengeschwindigkeit verschieden sind, hat das Medium für das betreffende Frequenzgebiet → Dispersion.

Bei elastischen W. können sich die Massenelemente in Richtung der Wellenausbreitung (*Longitudinal-W.*) oder senkrecht dazu (*Transversal-W.*) verschieben. Im Innern gasförmiger Medien sind, wenn man von der inneren Reibung absieht, nur Longitudinal-W. möglich. Für die Vektorgößen des elektromagnet. Feldes ergeben sich Transversal-W. Alle Transversal-W. zeigen → Polarisation. An Grenzflächen des Mediums werden W. im allgemeinen

Wellenbereich – Wellenmechanik

partiell reflektiert ($\rightarrow$ Reflexion). Trifft eine W. schräg auf eine Grenzfläche zwischen zwei Medien mit unterschiedlicher Phasengeschwindigkeit, so erfolgt $\rightarrow$ Brechung. Hindernisse wirken wie sekundäre Störquellen, von denen nach allen Seiten W. ausgehen ($\rightarrow$ Beugung). Die Sekundär-W. überlagern sich den Primär-W. ($\rightarrow$ Interferenz). Bei Reflexion ungedämpfter ebener W. an einer parallelen ebenen Wand erhält man als Sonderfall *stehende W.* mit Bäuchen (Stellen maximaler Erregung) und Knoten (Stellen der Ruhe). Stehende elastische W. bilden sich z. B. auf Saiten, Membranen, Platten.

Weiteres $\rightarrow$ elektromagnetische Schwingungen, $\rightarrow$ elastische Schwingungen, $\rightarrow$ Schall, $\rightarrow$ Oberflächenwellen, $\rightarrow$ Materiewellen.



Welle: 1, 2: Entstehung einer Transversalwelle (1) und einer Longitudinalwelle (2) durch eine örtliche Störung, die sich von links nach rechts fortpflanzt. S = Schwingung eines einzelnen Punktes. 3: Ausbildung stehender Wellen (starke Linien) durch Reflexion einer Welle (urspr. Welle dünn, reflektierte gestrichelt) an einer Wand.

2) TECHNIK: runde, in Zapfen gelagerte Stange, meist aus Stahl, zur Übertragung von Drehbewegungen.

Wellenbereich, Frequenzbereich, Teilbereich aus dem Gesamtspektrum der $\rightarrow$ elektromagnet. Schwingungen. Für die Funktechnik wird das verwendbare Gebiet nach dem Dekadensystem (DIN 40015) in die folgenden W. eingeteilt: *Zentimeterwellen:* 1 bis 10 cm (30000 bis 3000 MHz), *Dekameterwellen:* 10 bis 100 cm (3000 bis 300 MHz), *ultrakurze Wellen* (Meterwellen): 1 bis 10 m (300 bis 30 MHz), *kurze Wellen* (Dekameterwellen): 10 bis 100 m (3 bis 3 MHz), *mittlere Wellen* (Hektometerwellen): 100 bis 1000 Meter (300 bis 300 kHz), *lange Wellen* (Kilometerwellen): 1000 bis 10000 m (300 bis 30 kHz), *Längswellen* (Kilometerwellen): 10 bis 100 km (30 bis 3 kHz). Als *Mittel-W.* (Rundfunk-W.) wird auch der Bereich von 200 bis 600 m und als *Lang-W.* der von 600 bis 2000 m bezeichnet. *Grenzwellen* heißen die Wellen von 50 bis 200 m.

Wellenbock, ein schweres Schmiedestück außerhalb des Schiffsrumpfes, in dem auf Mehrschraubenschiffen das achtere Ende der Wellen für die Seitenschrauben gelagert ist.

Wellenbrecher, 1) SEEHAFENBAU: $\rightarrow$ Mole.

2) SCHIFFBAU: bogenförmige Stahlwand auf der Back von Schiffen, soll über das Schiffsdeck sich ergießendes Wasser seitlich ablenken.

Wellenfunktion, PHYSIK: allgemein eine Funktion, die irgendeinen physikal. Vorgang beschreibt und den Ausbreitungsgesetzen der $\rightarrow$ Wellen genügt, z. B. die Funktion, die das Ausschlagen einer

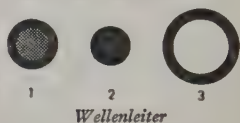
Saite beschreibt; im engeren Sinn die *Schrödingersche W.* der Wellenmechanik. Ihre Werte sind komplexe Zahlen: $\psi = \psi_1 + i\psi_2$. Die W. hat nach BORN *statistische Bedeutung*, da das Quadrat ihres Betrages $|\psi|^2 = \psi_1^2 + \psi_2^2$ die Wahrscheinlichkeit dafür angibt, daß bei einer Messung das zugeordnete Teilchen an einem bestimmten Ort vorgefunden wird.

Wellenfurchen, die $\rightarrow$ Rippelmärken.

Wellengleichung, THEORET. PHYSIK: eine partielle Differentialgleichung, die Vorgänge der Wellen-Fortpflanzung und Wellen-Ausbreitung kennzeichnet; gültig z. B. für elektromagnet. Wellen oder für (nicht zu hohe) Wellen auf einer Wasseroberfläche. Verschiedene Verallgemeinerungen der W. sind bedeutungsvoll für die $\rightarrow$ Wellenmechanik. $\rightarrow$ Diracsche Wellengleichung.

Wellenkalk, untere Abteilung des Muschelkalks mit flüssigen, meist dünnplattigen Kalkbänken.

Wellenleiter, Anordnung aus leitenden und dielektr. Stoffen zur verlustarmen Führung elektromagnet. Wellen hoher Frequenz in Richtung der Anordnungsachse, meist mit gleichbleibendem Querschnitt. Der zuerst entwickelte W. ist die $\rightarrow$ Koaxialleitung. Die eigentlichen W., gekennzeichnet durch das Fehlen einer Rückleitung, umfassen die $\rightarrow$ Hohlleiter, den einfachen Draht-W. (H. HERTZ, A. SOMMERFELD), den Draht-W. mit dünner oberflächenschicht aus verlustarmem Dielektrikum (F. HARMS, G. GOUBAU; BILD 1) sowie die aus reinem Dielektrikum bestehenden W. (D. HONDROS, P. DEBYE, H. ZAHN, O. SCHRIEVER; BILD 2 und 3). Bei den W. ohne Rückleitung fallen die Rückleitungsverluste weg, die in den Metallleitern fließenden Ströme sind teilweise oder vollständig durch Verschiebungsströme ersetzt, so daß die Übertragungsverluste geringer werden als bei Doppelleitungen.



Wellenmaschine, Gerät zur Veranschaulichung von Wellenbewegungen nach E. MACH, besteht aus einer Reihe von miteinander gekoppelten Pendeln.

Wellenmechanik, die von SCHRÖDINGER 1924 begründete Theorie des Atombaus, die auf DE BROGLIES Gedanken der $\rightarrow$ Materiewellen aufbaut. In ihr erhält man die Energiestufen eines Atoms durch Berechnung der $\rightarrow$ Eigenschwingungen des Materiewellen-Feldes, derart, daß die möglichen Energiewerte mathematisch als Eigenwerte der Wellengleichung erscheinen; die Operatoren sind hier nicht wie in der $\rightarrow$ Quantenmechanik quadrat. Matrizen, sondern Differentialoperatoren. Die $\rightarrow$ Quantenzahlen sind durch die mathemat. Gestalt der zugehörigen Eigenfunktionen bestimmt. Die W. führt zu genau den gleichen Ergebnissen wie die zunächst ganz anders aussehende Quantenmechanik. Beide Theorien sind also mathematisch gleichwertig; da jedoch die W. den Zusammenhang mit den Materiewellen herstellt und durch engere Anlehnung an gewohnte mathemat. Methoden der Physik viel leichter zu handhaben ist, wurde erst durch sie der große Aufschwung der Theorie der Atome, Moleküle, Kristalle ermöglicht.

Die statistische Deutung der Schrödingerschen $\rightarrow$ Wellenfunktion (BORN), wie sie aus dem Zusammenhang mit der Quantenmechanik folgt, wurde durch die *statistische Transformationstheorie* (DIRAC, JORDAN) erschöpfend formuliert. Dabei bedeuten die Schrödingerfunktionen für den Fall eines Mehrerelektronenproblems Eigenschwingungen in abstrakten Räumen höherer Dimensionszahl (z. B. der Dimensionszahl 276 beim 92-Elektronen-Problem des Uran-Atoms). Über die Schrödingersche W. hinaus führte die *relativistische W.* von DIRAC ($\rightarrow$ Diracsche Wellengleichung); sie warf jedoch auch gewisse Probleme auf, zu deren Weiterverfolgung man auf die $\rightarrow$ Quantenelektrodynamik und die $\rightarrow$ Quantenfeldtheorie eingehen muß.

A. SOMMERFELD: Atombau u. Spektrallinien, 2 (1960); Lehrbücher der $\rightarrow$ Quantenmechanik.

Wellen-Pferdestärken, abgek. **WPS**, die auf Schiffen mit Turbinenantrieb hinter der Maschine an der Welle gemessene Leistung.

Wellentunnel, ein tunnelartiger Raum im Schiff, durch den die Schraubenwelle (*Tunnelwelle*) von der Maschine bis zum Hintersteven (→ **Steven**) geführt ist.

Wellenzahl, → **Welle**.

Wellpapier, Papier mit wellenförmigem Querschnitt, wird hergestellt, indem eine angefeuchtete glatte Papierbahn durch ein Paar wie Zahnräder ineinandergreifende Riffelwalzen geführt wird.

Wellpappe, eine gewellte Papierbahn, die ein- oder beidseitig mit glattem Papier beklebt ist.

Wellrad, **PHYSIK**: eine der sechs einfachen → **Maschinen**: Auf einer Welle sitzt ein Rad fest; auf seinem Umfang sowie auf die Welle sind gegenseitig je ein Seil aufgewickelt. Durch Zug am Seil über dem Rad kann eine am anderen Seil hängende Last gehoben werden. Häufig wird das Rad durch eine Kurbel ersetzt.

Welt, **RELATIVITÄTSTHEORIE**: das vierdimensionale Raumzeitkontinuum (→ **Raum**). Seine Punkte, die durch 3 Raumkoordinaten und 1 Zeitkoordinate bestimmt sind, heißen *W.-Punkte*. Die Gesamtheit der *W.-Punkte*, die ein Massenpunkt nacheinander annimmt, bildet eine *W.-Linie*.

W.-Modelle versuchen unter Vernachlässigung aller feineren Einzelheiten ein theoretisch begründetes Bild der *W.*, insbes. des räuml. Weltalls in seiner jetzigen Gestalt und seiner zeitl. Entwicklung, zu geben. Die Gesetze der allgemeinen Relativitätstheorie stellen scharfe Anforderungen an solche Modelle, so daß nur eine verhältnismäßig enge Auswahl möglicher *W.-Modelle* in Frage kommt, sobald man naheliegende Voraussetzungen (etwa Homogenität des Raumes) macht. → **Kosmologie**.

Weltachse, die Himmelsachse, → **Himmel**.

Weltall, **Kosmos**, die Gesamtheit der Weltkörper und ihre Anordnung. Die Weltkörper sind oft zu kleineren Systemen vereinigt (Planetensysteme, z. B. → **Sonnensystem**, **Doppelsterne**), diese wiederum schließen sich zu höheren Systemen zusammen (**Sternhaufen**, → **Nebel**, z. B. **Milchstraße**) usw. Trotz der riesigen Masse jedes Spiralnebels und trotz ihrer ungeheuren Anzahl ist, da sie über gewaltige Raumgebiete verstreut sind, die mittl., durchschnittl. *Massendichte* im Kosmos sehr gering. Sie beträgt etwa $1 \text{ g auf } 10^{30} \text{ cm}^3$. Der **EINSTEIN'SCHE** Gedanke, daß unser → **Raum** als solcher von endlicher Größe sei, soll durch die 1949 arbeitsfähig gewordene Sternwarte Mount Palomar geprüft werden. Nach den bisherigen Annahmen beträgt das Gesamtvolumen des Kosmos etwa 10^{84} cm^3 bei einer Gesamtmasse von etwa 10^{68} g . → **Kosmologie**.

weltraumäquivalent, dem Weltraum gleich-

wertig, heißt die Atmosphäre für Belange der Raumfahrt in Höhen über 200 km. Teilweise w. ist sie bereits in Höhen über etwa 17 km.

Weltzeit, die mittlere *Sonnenzeit Greenwich*, gemessen von Mitternacht zu Mitternacht.

Weltzeituhr, eine Uhr, die einen Überblick über die Tageszeiten in allen Städten der Erde gibt. Ein sich drehender Zahlenring zeigt die Stunden, ein Mittelzeiger die Minuten an.

Wendegeräte, ein → **Rädergetriebe** zur Drehsinn-Umkehrung des Abtriebsrads bei gleichbleibendem Drehsinn des Antriebsrads (Reibräderantrieb), → **Kraftwagengetriebe**.

Wendehorizont, ein Meßgerät für Luftfahrzeuge aus → **Wendezüger** und künstl. Horizont, zeigt Drehungen des Luftfahrzeugs um alle 3 Flugzeugachsen an.

Wendekreise, die beiden um $23^\circ 27'$ nördl. und südl. vom Äquator entfernten Parallelkreise der Sphäre und der Erdoberfläche, an denen die Sonne ihre scheinbare jährl. Bewegungsrichtung umkehrt. Der nördl. *W. des Krebses* wird am 22. 6., der südl. *W. des Steinbocks* am 23. 12. erreicht.

Wendel, schraubenförmige Linie.

Wendelfläche, eine Fläche, die von den Stufen einer Wendeltreppe angenähert wird. Die aus lauter geraden Erzeugenden bestehenden Flächen sind die einzigen reellen, geradlinigen → **Minimalflächen**.

W. BLASCHKE-H. REICHARDT: Einführung in die Differentialgeometrie (1960).

Wendepole, **ELEKTROTECHNIK**: bei Maschinen mit **Kommutatoren** (→ **Kollektor**) Hilfspole, die, zwischen den Hauptpolen angeordnet, die Ankerückwirkung vermindern und die Kommutierung verbessern.

Wendezüger, Meßgerät für Luftfahrzeuge, das Drehungen um die Hoch- und Längsachse anzeigt.

Wendezugbetrieb, **EISENBAHN**: Betriebsweise, bei der die Züge zwischen den Endbahnhöfen abwechselnd von der Lokomotive gezogen und geschoben werden, so daß sie ohne deren Umsetzen mit kurzen Aufenthalten wenden können. Der letzte Wagen hat ein mit einem Führerbremsventil zum Betätigen der durchgehenden Bremse und mit einer → **Sicherheitsfahrerschaltung** ausgerüstetes Steuerabteil, von dem aus bei geschobenem Zug entweder über ein Kommandogerät der Lokomotivführer die notwendigen Aufträge erhält oder durch ein Fernsteuergerät die unbesetzte Lokomotive unmittelbar gesteuert wird (nur bei Diesel- und elektr. Lokomotiven möglich).

werfen, das Krümmen, Hohlwerden und Verziehen von Holzgegenständen, verursacht durch Feuchtigkeit, Wärme und durch ungleiches Schwinden in Richtung der Markstrahlen und Jahresringe.

Werft, 1) ein technisches Unternehmen, das den Bau und die Reparatur von Schiffen und ihren Einrichtungen betreibt, umfaßt die Werkstätten, die zum Bau und zur Ausrüstung von Schiffen benötigt werden (Schiffbauwerkstatt für die Bearbeitung der Stahlteile für den Schiffskörper, Maschinenbauwerkstätten für alle maschinenbaulichen Aufgaben, Kesselschmiede, Holzbearbeitungswerkstätten, Elektrikerwerkstatt usw.). Das → **Schiff** wird auf der → **Helling** gebaut, die mit → **Kränen** zum Transport der Bauteile und Sektionen (→ **Sektionsbauweise**) ausgestattet ist. Nach dem Stapellauf wird es am Ausrüstungskai oder im Ausrüstungshafen fertiggestellt. (BILD S. 614)

2) **WEBEREI**: die → **Kette** 3), **Zettel**, **Schweiß**; **Gegensatz**: → **Schuß**.

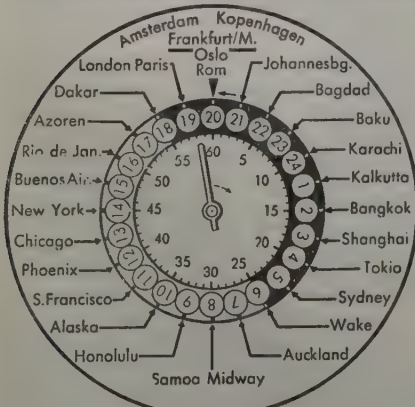
Werg, → **Hede**.

Werk, **SCHIFFBAU**: lebendes *W.*, der eingetauchte, totes *W.*, der Überwasserteil eines Schiffes.

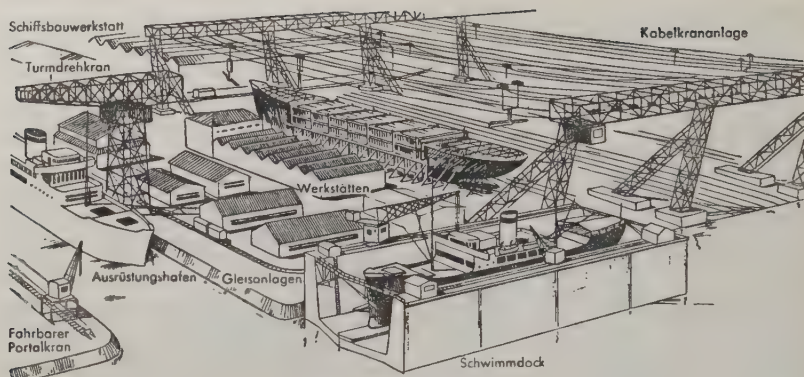
Werkbank, **Werkisch**, ein kräftig gebauter Tisch für die von Hand auszuführenden Arbeiten. An der *W.* ist meist ein Schraubstock befestigt.

Werkdruck, die Drucklegung von Büchern im Gegensatz zum Druck von Zeitungen und Zeitschriften.

Werkstattzeichnung, **Werkzeichnung**, **FERTIGUNGSTECHNIK**: die in bezug auf Maße, Oberflächen- und Toleranzangaben vollständige Darstellung



Weltzeituhr



Schema einer Werftanlage

(techn. Zeichnung) eines zu fertigenden Einzelteiles, einer Gruppe oder einer gesamten Maschine o. dgl., nach der in der Werkstatt gefertigt oder montiert werden kann. Für die Art der Darstellung und der Zeichnungsausführung (→ technisches Zeichnen) gelten die DIN-Normen.

Werksteine, Hausteine, Quader, natürliche und künstliche, vom Steinmetz bearbeitete Steine für Mauerwerksverkleidungen, Pfeiler.

Werkstoff, jeder Stoff, aus dem durch Be- und Verarbeitungsverfahren Halbfertig- oder Fertigwaren hergestellt werden (Metalle, Holz, Kunststoffe, Steine, tierische Häute, Knochen, Harze u. a.).

Werkstoffprüfung, die Untersuchung der → Werkstoffe oder Fertigteile hinsichtlich ihres chem. und physikal. Aufbaus und Verhaltens unter allen denkbaren Arten der Beanspruchung und Einflußgrößen, ermöglicht zweckmäßige Werkstoffauswahl und ergibt die Unterlagen für zulässige Beanspruchungen oder für die Wahl von Form und Abmessungen der Bauteile. Die W. stellt bei Betriebsstörungen oft die einzige Quelle zur Erkennung von Ursachen und zur Klärung von Schuldfragen dar.

Die zerstörenden Prüfverfahren sind mechanische, technologische, physikalische und chemische Untersuchungen, bei denen meist Teile der Prüfungs-

objekte abgetrennt oder ganzteilige Stichproben den Fertigungsreihen entnommen werden. Im Gegensatz dazu werden zerstörungsfreie Prüfverfahren an fertigen Prüfobjekten zur Reihenuntersuchung, auch in Überwachung verschiedener Arbeitsprozesse der Fertigung angewandt; sie hinterlassen keinerlei Spuren und dienen insbesondere zur Erfassung der unbeherrsch- und unberechenbaren Zufälligkeiten in der Werkstoffqualität und Herstellungsverfahren.

Werkstück, Arbeitsstück, FERTIGUNGSTECHNIK: ein Gegenstand, solange er sich in der Fertigung oder in der Montage befindet.

Werkzeug, Gerät zur Bearbeitung von Werkstücken oder Werkstoffen verschiedenster Art. Handwerkzeuge werden von Hand geführt, Maschinenwerkzeuge in eine Werkzeugmaschine eingespannt.

Werkzeugmaschinen (hierzu TAFEL), Maschinen zur spanenden oder spanlosen Formung von Gegenständen. W. sind z. B.: Drehbank, Fräsmaschine, Hobelmaschine, Bohrmaschine, Schleifmaschine, Presse, Maschinenhammer. Auf der Universal-W. können verschiedene Arbeiten einer, ggf. auch mehrerer Bearbeitungsarten ausgeführt werden. Die Einfach- oder Produktionsmaschine, z. B. die Produktionsdrehbank, ist nach dem Prinzip der Arbeitsteilung nur für einen oder wenige Arbeitsgänge gebaut. Die Sonder-W. für ein bestimmtes Werkstück ist nur bei größten Werkstückzahlen wirtschaftlich. W., bes. Sonder-W. können zur Umbaumöglichkeit für andere Werkstücke auch aus Bearbeitungseinheiten aufgebaut werden; diese sind konstruktiv zu je einer Einheit zusammengefaßte Teile einer W., die je nach dem zu bearbeitenden Werkstück kombiniert werden können.

Werkzeugstahl, abgek. WS, Stahl hoher Härte für Werkzeuge zum Schneiden, Stanzen, Ziehen, Pressen usw. Unlegierte W. enthalten nur 0,9 bis 1,4 % C, legierte W. zusätzlich bis etwa 3 % Cr, W, V oder Mo. Dem gleichen Zweck können auch Werkzeuge aus → Hartmetall dienen.

Wermuthöl, ätherisches Öl aus dem Kraut von *Artemisia Absinthium*, riecht durchdringend und hat einen bitteren, anhaftenden Geschmack. Verwendung in der Parfümerie und in Liköressenzen.

Werner, Alfred, Chemiker, *1866, † 1919, Prof. in Zürich, lieferte grundlegende Arbeiten über die Bindungsverhältnisse der Atome im Molekül. 1913 Nobelpreis.

Wertigkeit, Valenz, das gegenseitige Bindungsvermögen der chem. Elemente. In stark vereinfachter Weise wird die W. mit Hilfe des Wasserstoffs definiert: Ein Element hat die W. 1 (ist einwertig), wenn je eines seiner Atome 1 Atom Wasserstoff binden oder in einer Verbindung ersetzen kann, die W. 2 (zweiwertig), wenn seine Atome je 2 Atome Wasserstoff binden oder ersetzen usw. Ein Element kann auch mehrere W.-Stufen haben. Die W.

ZERSTÖRENDE PRÜFVERFAHREN

mechanisch	technologisch	physikalisch
Biegeversuch → Dauerschwingversuch → Druckversuch → Kerbschlag-Biegeversuch → Standversuch → Warmversuch → Verdrehversuch → Zugversuch Härte-Prüfung, → Härte	→ ätzen Bördelprobe, → bördeln Bügelprobe Falt- und Tiefungsprobe Funkenprobe, → Funkenanalyse Hin- und Herbiegeversuch Innendruckversuch Keilprobe → Lochprobe Querfaltversuch Reckversuch → Schlißbild → Stauchversuch Tiefziehfähigkeit → Verwindversuch Schwefeldruckprobe Verschleißprüfung, → Verschleiß	→ Struktur-analyse

ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFVERFAHREN

Gammagraphie (→ Gammastrahlen)
Röntgenspektroskopie (→ Röntgenstrahlen)
→ Spektralanalyse
Bestimmung des spezif. Gewichts

ist stets ganzzahlig und folgt der Beziehung $W. = \text{Atomgewicht} / \text{Äquivalentgewicht}$. Die moderne theoret. Chemie erfordert Erweiterungen und Verfeinerungen des Begriffes $W.$: Ionen- $W.$, Ionenladungszahl, ist die Zahl der mit einem Ion verbundenen freien elektr. Ladungen; sie kann positiv oder negativ sein. Die $W.$ von Verbindungen (z. B. von Säuren, Basen, Alkoholen usw.) wird durch die Beziehung: $W.$ der Verbindung = Formelgewicht / Äquivalentgewicht definiert. Die Oxydations- $W.$, Oxydationszahl, Oxydationsstufe von Elementen oder Verbindungen ergibt sich aus Redoxreaktionen; sie kann positiv oder negativ sein. In Verbindungen mit unpolarer Atombindung wird von einer Bindungs- $W.$, Bindigkeit, Kovalenz gesprochen. Eine Unterscheidung der $W.$ in Haupt- und Nebenvalenz ist überholt.

Wertzeichenpapier, feste Papiere aus reinen Lumpen, teilweise auch mit Zellstoffzusatz, zur Herstellung von Wertzeichen, Banknoten, Wechseln, Schecks, Aktien u. dgl.

Westpunkt, **Abendpunkt**, der westliche Schnittpunkt zwischen Äquator und Horizont der Sphäre (→ astronomische Koordinaten).

Wetter, 1) (TAFEL Wetterkunde), Zustand und Änderungen der Atmosphäre an einem Ort. Der mittlere Ablauf des $W.$ (im Zeitraum von Jahrzehnten) entspricht dem → Klima eines Ortes. Die **Großwetterlage** umfaßt einen Bereich von der Größe Europas mit einheitl. Höhenwindverteilung. Das $W.$ wird gekennzeichnet durch Wind, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Strahlung, Bewölkung, Niederschlag, Sicht.

Die **praktische $W.$ -Vorhersage** beruht auf mehrmals täglich für ein größeres Gebiet (z. B. Europa und Nordatlantik) gezeichneten **$W.$ -Karten**, ergänzt durch **Höhen- $W.$ -Karten** für verschiedene Niveaus. Aus den Messungen der Radiosonden werden in Diagrammform die Änderungen in höheren Schichten dargestellt und Verlagerung, Verstärkung oder Abschwächung der Druckgebiete (→ Zyklone, → Antizyklone), der → Fronten und Schlechtwettergebiete anschaulich gemacht (**$W.$ -Analyse**) und für die nächsten 24-48 Stunden extrapoliert (**$W.$ -Prognose**). In der Vorhersagekarte wird die Verlagerung der Druckgebiete usw. mit Hilfe der Höhenströmung in der Schicht 500 mb (5-6 km Höhe) — die annähernd die mittlere Strömung der Troposphäre wiedergibt — vorausgesagt. Für die **mittelfristige** (2-6 Tage) und **langfristige $W.$ -Voraussage** (über 7 Tage) werden statist. Methoden angewandt; bei letzterer wird auch der Einfluß der Sonnenfleckenaktivität auf die großräumige Zirkulation der Atmosphäre berücksichtigt. Die Entwicklung einer Wettervorhersage auf mathemat. Grundlage mit elektron. Rechenanlagen (**numerische Vorhersage**) ist seit dem 2. Weltkrieg im Gang.



Wettersatelliten – Widerstandszahl

An den Wetterwarten werden mehrmals täglich vollständige W.-Beobachtungen angestellt und in verschlüsselter Form (W.-Schlüssel) an eine Zentralstelle übermittelt. Die synopt. Hauptbeobachtungen werden um 00, 06, 12 und 18 Uhr (Greenwich-Zeit) angestellt, Zwischenbeobachtungen alle 3 Stunden oder stündlich. Klimastationen ohne tägl. Meldedienst beobachten um 07, 14 und 21 Uhr Ortszeit. Messungen in höheren Schichten werden an den *Aérológ. Stationen* vorgenommen, während meteorolog. Observatorien besondere Beobachtungs-aufgaben durchführen.

H. REUTER: Methoden und Probleme der Wettervorhersage (Wien 1954).

2) BERGBAU: die Luft in den Grubenbauen. Die Versorgung mit Frischluft heißt W.-Führung (→ Schlagwetter). Zwei W.-Ströme werden durch dichtgewebte, nicht entflammbare *Wettertücher* (W.-Gardinen) voneinander getrennt. *Wetterlampe*, → Sicherheitslampe.

Wettersatelliten, speziell für meteorolog. Beobachtungen instrumentierte Erdsatelliten, die in über 200 km Höhe die Erde umkreisen. Die von den Verein. Staaten entwickelten TIROS-Satelliten liefern mit Fernsehkameras, deren Auflösungsvermögen sich unter idealen Bedingungen bis auf Objekte von 300 m Durchmesser erstreckt, Aufnahmen der Wolkenverteilung. Diese auf Magnetband gespeicherten und von den Empfangsstellen abgerufenen Aufnahmen erlauben die Erkennung und Lokalisierung tropischer Orkane und von Neubildungen außertrop. Zyklonen. Darüber hinaus werden Messungen des Reflexionsvermögens und der langwelligen (infraroten) Ausstrahlung der Erdoberfläche, Wolken usw. ebenfalls mit bemerkenswert hoher Auflösung durchgeführt. Hieraus ergeben sich Kartendarstellungen der Wolkenobergrenze, des Wasserdampfgehaltes nahe der Tropopause sowie Aufnahmen der nächtlichen Wolkenverteilung.

wetzen, das Wiederanscharfen von Werkzeugen (Sensen, Sicheln) durch Streichen mit einem *Wetzstein* oder von Messern durch Streichen an einem *Stahl*, *Fleischerstahl*, oder von Maschinenwerkzeugen, z. B. Reibahlen, auf einer Werkzeugschleifmaschine.

Wheatstone-Brücke, → Meßbrücke.

Wichte, das Gewicht der Volumeneinheit, z. B. in p/cm^3 . W. und → Dichte stimmen zahlenmäßig, jedoch nicht der Dimension nach überein.

Wickelversuch, *Wickelprobe*, eine technolog. Drahtprüfung: wiederholtes Aufwickeln des Drahtes in engen Windungsabständen um einen Dorn vom Durchmesser des Drahtes, bis zur Entstehung von Anrissen oder Brüchen.

Widder, 1) *hydraulischer W.*, → Stoßheber.

2) Tierkreis-Sternbild des nördl. Himmels.

Widderpunkt, *Frühlingspunkt*, Schnittpunkt zwischen Ekliptik und Äquator.

Widerhall, → Echo.

Widerlager, BAUTECHNIK: ein Massivkörper aus Mauerwerk oder Beton, auf dem sich das Ende eines Tragwerkes abstützt.

Widerstand, 1) MECHANIK: eine die Bewegung hindernde Kraft. Beim *Luft-W.* wirkt der Bewegung eines Körpers die Luftkraft entgegen. Der *Luft-W.* hängt ab von Form, Größe, Oberflächenbeschaffenheit (Rauigkeit) und Geschwindigkeit des Körpers sowie von der Luftdichte und – bei hohen Geschwindigkeiten – von der Kompressibilität der Luft, die bei Annäherung an die Schallgeschwindigkeit den *Luft-W.* stark anwachsen läßt (→ Schallmauer). Die jedem Körper eigene *W.-Zahl* hängt ab von der Reynoldsschen Zahl und der Form des Körpers. Der *Luft-W.* verschiedener Körperformen wird in → Windkanälen untersucht; bei laminarer Strömung ist er kleiner als bei turbulenter. → Strömungswiderstand, → induzierter Widerstand.

2) ELEKTRIZITÄTSLEHRE: *elektrischer W.*, der W., den ein Stromkreis, an den eine Spannung angelegt wird, dem Durchgang des Stromes entgegenstellt. Die Beziehung zwischen Spannung, Stromstärke und W. wird durch das → Ohmsche Gesetz ange-

geben. Der W. wird in → Ohm (Ω) gemessen. Kehrwert des W. ist der → Leitwert.

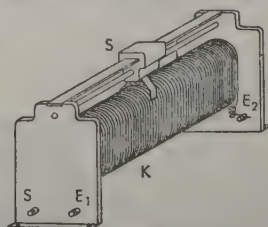
In Gleichstromkreisen ist im stationären Zustand nur der *Ohmsche W.*, auch *Wirk-W.* genannt, wirksam; in Wechselstromkreisen treten außer dem *Wirk-W. R* (*Resistanz*) noch *Blind-W.* auf, die keine Leistung verbrauchen, aber bei Stromdurchgang einen entsprechenden Anteil der angelegten Spannung aufnehmen. Die zwei Arten von *Blind-W.* sind: 1) der *induktive Widerstand* X_L (*Reaktanz*); $X_L = 2\pi f \cdot L$ (f = Frequenz, L = Induktivität); 2) der *kapazitive W.* X_C (*Kondensanz*); $X_C = \frac{1}{2\pi f \cdot C}$

(C = Kapazität). Der gesamte, für den Zusammenhang zwischen Gesamtstrom und angelegter Spannung maßgebende *Schein-W.* (*Impedanz*) eines Wechselstromkreises aus R , X_L und X_C in Reihenschaltung beträgt $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$. Der Strom I ist dann U/Z (U = Spannung).

Innen-W. ist der W. einer Gleich- oder Wechselstromquelle (z. B. Generator, galvan. Element, Verstärkerröhre). Der *Wellen-W. (Z)* ist eine charakterist. Größe einer Leitung oder eines Filters, die bei einer Leitung vom Drahtdurchmesser, Drahtabstand und von der Isolation, jedoch nicht von der Länge abhängt ($Z = \sqrt{L/C}$).

Der W. der Metalle nimmt mit der Temperatur zu, bei den meisten reinen festen Metallen um rund 0,4 % je Grad Celsius (→ Kaltleiter). Bei manchen Werkstoffen gilt das Umgekehrte (→ Heißleiter).

Für viele techn. Zwecke werden W. und Widerstandsgeräte eingesetzt; so z. B. *Wirk-W.* als *Heiz-W.*, als *Anlasser* und *Einstell-W.*, in der elektr. Meßtechnik als *Meß-W. Regel-W.* haben einstellbaren Widerstandswert. Techn. W. werden hauptsächlich ausgeführt: als *Schicht-W.*, bei dem eine dünne Halbleiterschicht auf einen Isolierkörper aufgebracht ist; als *Draht-W.* aus W.-Draht mit einem praktisch temperaturunabhängigen W.-Material; als *Flüssigkeits-W.*, bei dem Elektroden in eine leitende Flüssigkeit (z. B. stark verdünnte Natriumlösung) eintauchen. Für große Stromstärken wird Gußeisen als Widerstandsmaterial verwendet. Beim *Schiebe-W.* wird der Widerstandswert eingestellt durch Ver-



Widerstand: *Schiebewiderstand*; links Ansicht, rechts symbolische Darstellung. E_1 , E_2 Anschlußklemmen an den Enden des Widerstandes. S Schließen mit Anschlußklemme, K Isolierkörper, mit Widerstands-draht bewickelt.

schieben eines Kontaktes auf der Wicklung des Widerstandsdrabtes auf einem geraden Isolierkörper, beim *Dreh-W.* auf einem Isolierstoffring. *Dreh-W.* in Spannungsteilerschaltung werden → Potentiometer genannt (auch als *Schicht-W.* ausgeführt). Beim *Kurbel-W.* sind die einzelnen Widerstandsstufen mit einer kreisförmigen Kontaktbahn verbunden, über die ein Kontaktkegel bewegt wird.

Induktive W. sind Drosselspulen, die z. B. als Vorschalt-drosselspulen für Leuchtstofflampen, in Kraftwerken und Hochspannungsanlagen zur Kurzschlußstrombegrenzung, in der Schwachstromtechnik in Verbindung mit Kondensatoren als Schwingungskreise, Hoch- und Tiefpässe, vielfach verwendet werden. *Kapazitive W.* sind die → Kondensatoren.

Widerstandsöfen, → Industrieöfen.

Widerstandszahl, → Strömungswiderstand.

Widmannstättische Figuren. → Meteor.

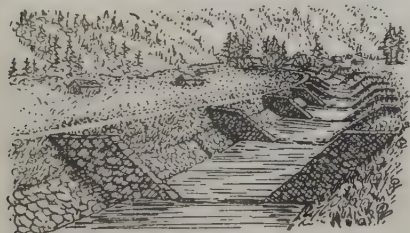
Wiedemann-Franz'sches Gesetz (WIEDEMANN u. FRANZ, 1853), gesetzmäß. Zusammenhang zwischen Wärmeleitfähigkeit λ und elektr. Leitfähigkeit κ der Metalle: danach hat die Größe $\frac{\lambda}{\kappa T}$ für viele Metalle den gleichen Wert (T = absolute Temperatur).

Wiege, EISENBAHN: pendelnd aufgehängtes gefedertes Bauelement der Personenwagendrehgestelle zur stoßfreien und ausgeglichenen Übertragung des Wagenkastengewichtes auf den Drehgestellrahmen.

Wieland, Heinrich, Chemiker, * 1877, † 1957, Prof. in Freiburg, München, arbeitete über organ. Radikale, die Konstitution der Gallensäuren und Sterine sowie über den Mechanismus der biolog. Oxydation (Dehydrierungstheorie). 1927 Nobelpreis.

Wien, Wilhelm, Physiker, * 1864, † 1928, Prof. in Aachen, Gießen, Würzburg, München, wies 1897 endgültig die negative Ladung der Kathodenstrahlen und die positive der Kanalstrahlen nach, verwirklichte experimentell (mit O. LUMMER) den → schwarzen Körper und stellte das **Wiensche Verschiebungsgesetz** (→ Strahlungsgesetze) auf. 1911 Nobelpreis.

Wildbachverbauung, wasserbaul. Maßnahme zur Verhütung oder Verminderung der Schäden an



Wildbachverbauung durch steinerne Sperren und Uferbefestigung

Wildwässern und ihren Überflutungsgebieten. Dazu gehören Ufer- und Sohlsicherungen, treppenförmig hintereinander angelegte Absturzbauwerke sowie die Anlage von Rückhaltebecken, die die Geschiebemasen im Gebirge weitgehend zurückhalten. Weitere Sicherungsmaßnahmen sind Hangentwässerung, lebende Verbauungen und Aufforstungen.

Wildhäute, LEDERFABRIKATION: Rindhäute aus Südamerika von Tieren halbwild lebender Herden. Gegensatz: **Zahnhäute vom Hausrind.**

Wildleder, Leder von Rehen, Gamsen, Antilopen, nach Art von Velourleder auf der Fleischseite samtartig zugerichtet; auch für samtartig zugerichtetes Kalb-, Schaf-, Ziegenleder u. a.

Williamsspeicher, → Kathodenstrahlröhre.

Willow, Wipper, Klopfwolf, ABFALLSPINNEREI: eine Maschine zum Entstauben von Faserabfällen.

Willstätter, Richard, Chemiker, * 1872, † 1942, Prof. in Zürich, Berlin, München, arbeitete über Alkaloide, Chinone, Blatt- und Blütenfarbstoffe (Chlorophyll), Assimilation der Kohlenäure, katalyt. Hydrierung, Enzyme. 1915 Nobelpreis.

Wilsonkammer, → Nebelkammer.

Wind, 1) METEOROLOGIE: Luftströmung. Durch die Reibung am Erdboden nimmt der W. in unteren Schichten meist nach oben zu und dreht auf der Nordhalbkugel nach rechts; der Ablenkungswinkel zwischen der ungestörten Windrichtung in 500 bis 1000 m und dem Bodenwind beträgt über Land 40–60°, über See nur 0–10°, in der Äquatorzone jedoch bis 90°. – Lokale und kurzdauernde W. werden durch örtl. Temperaturunterschiede hervorgerufen; sie wehen vom Kalten ins Warme, d. h. zum tieferen Luftdruck hin. Im Gebirge und an Küsten entstehen durch Temperaturunterschiede kleine Windsysteme mit tägl. Periode (Berg- und Talwind, Land- und Seewind). Nach Übersteigen eines Gebirges (z. B. der Alpen) entsteht **Föhn**, ein warmer, trockener Fallwind. Große und länger anhaltende Wind-

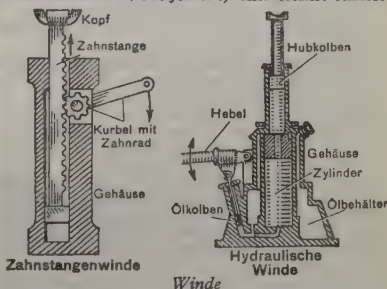
systeme sind z. B. → Monsune, → Passate. Sie erstreben ein Gleichgewicht zwischen der Kraft des Druckgefälles und der ablenkenden Kraft der Erdrotation (→ barisches Windgesetz, → Dovesches Gesetz).

Die **Windrichtung** wird nach der Himmelsrichtung benannt, der aus der W. kommt. Auf See werden noch 32 oder 16 Richtungen (Striche) der Windrose unterschieden, auf Land früher 8 oder 16; seit 1949 melden alle Beobachtungsstellen des Wetterdienstes den W. nach einer 360°-Windrose (West = 270°) auf 10° genau. Auch die früheren internat. Richtungsbezeichnungen N = Nord, E = Ost, S = Süd und W = West und ihre Zusammensetzungen (NE, ENE usw.) sind noch vielfach üblich. Die **Windstärke** wurde früher in Graden der Beaufort-Skala von 0–12 angegeben, heute meist in m/s oder Knoten (1,852 km je Stunde).

2) HÜTTENMÄNNISCH: die unter erhöhtem Druck zugeführte Luft zum Betrieb metallurgischer Öfen. **Winderhitzer,** die Cowperapparate (→ Eisen).

Windaus, Adolf, Chemiker, * 1876, † 1959, Prof. in Freiburg, Innsbruck, Göttingen, arbeitete über Cholesterin, Sterine, Gallensäuren, Alkaloide und Vitamine. 1928 Nobelpreis.

Winde, Vorrichtung zum senkrechten Heben und zum Heranziehen von Lasten. Die Last kann durch eine Schraubenspindel, die in einer Mutter gedreht wird (**Schrauben-W.**), eine Zahnstange mit Ritzel (**Zahnstangen-W.**), einen Druckzylinder mit Kolben (**hydraulische W.**) oder ein Seil, das eine Trommel aufwickelt (**Seil-W.**), bewegt werden. Die Hubhöhen einer W. mit Schraubenspindel, Zahnstange oder Druckzylinder sind klein (**Hebebock**). Groß sind dagegen die Hubhöhen einer Seil-W. (**Hubwerk**) in einem Kran. Eine Seil-W. enthält vielfach 2 Seiltrommeln (**Greifer-W.**) mit elektr. Antrieb,

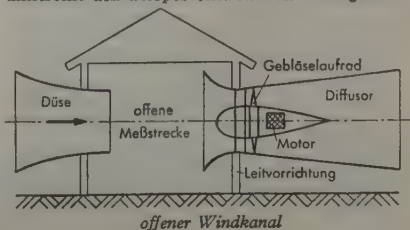


Bremsen, Kupplungen und Sicherheitseinrichtungen gegen Abstürzen der Last und Überschreiten des Hubweges (**Elektrozug**).

Windfang, ein kleiner Vorraum mit Pendeltür, Drehtür oder Vorhängen, verhindert, daß beim Öffnen der Eingangstür Zugluft von außen unmittelbar in den Raum eindringt.

Windfuge, eine Getreideeinigungsmaschine.

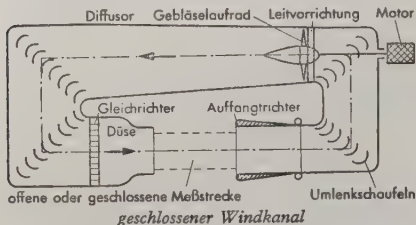
Windkanal (TAFEL Strömungslehre), Anlage zur Untersuchung der aerodynamischen Eigenschaften von Körpern (z. B. Modellen von Flugzeugen oder Flugzeugteilen) durch Druck-, Kraft- und Momentenmessungen (→ Sechskomponentenmessung) in einem Luftstrom hoher Geschwindigkeit. Die Luft umströmt den Körper entweder in einer geschlos-



offener Windkanal

Windkanter – Winkelfunktionen

senen Meßstrecke, die an allen Seiten von festen Wänden begrenzt ist, oder als freier Strahl (offene Meßstrecke). Im geschlossenen W. wird der Luftstrom in geschlossenem Kreislauf geführt, beim



offenen W. wird die Strömung nach dem Verlassen des Kanals und Gebläses nicht zur Umkehr gezwungen. Unmittelbar vor der Meßstrecke sorgt ein Gleichrichter für eine möglichst gleichförmige, wirbelfreie Luftströmung. Die Steigerung der Fluggeschwindigkeiten hat zur Entwicklung von *Hochgeschwindigkeits- und Überschall-W.* geführt. Überschallkanäle besitzen eine Lavaldüse; es gibt geschlossene, kontinuierlich arbeitende Überschall-W., bei denen die Luftbewegung durch ein Gebläse aufrechterhalten bleibt, und mit Speicherenergie intermittierend arbeitende W., bei denen entweder in einem Kessel gespeicherte Druckluft ausgeblasen (*Überdruckkanal*) oder ein evakuierte Kessel aus der umgebenden Luft heraus durch die Meßstrecke hindurch aufgefüllt wird (*Unterdruckkanal*).

In Deutschland hat L. PRANDTL in Göttingen 1907/08 den ersten W. gebaut. Die Antriebsleistung der größten W. hat 100 000 PS überschritten.

L. PRANDTL: Führer durch die Strömungslehre (1960).

Windkanter, Geschiebe oder Gerölle, an denen es durch Windschliff von mehreren Seiten aus zur Kantenbildung gekommen ist.

Windkessel, → Druckwindkessel.

Windkraftanlagen nutzen die kinet. Energie des den Windradkreis durchströmenden Windes aus. Die bekannteste W. ist die *Windmühle*.

Bei neuzeitl. W. werden die Formen der Windräder vorausberechnet, so daß der Wirkungsgrad der gesamten Anlage bis 80 % betragen kann. Die Leistung wächst mit der 3. Potenz der Windgeschwindigkeit. W. zur Wasserförderung oder zur Stromerzeugung arbeiten nur an Orten mit genügend konstantem Wind und in genügender Höhe über den Bodenwirbeln zufriedenstellend. Sie richten sich selbsttätig nach dem Wind; die Drehzahl, das Stillsetzen bei geringem Wind oder Sturm und das Wiederanlaufen werden selbsttätig geregelt. Überschüssige Energie kann zum Ausgleich von Schwankungen und Windstillen und zur Deckung der Bedarfsspitzen durch Akkumulatoren oder Pumpspeicherwerke gespeichert werden.

Windlast, BAUTECHNIK: der Winddruck oder Windsog, der der Berechnung der Standfestigkeit von Bauwerken zugrunde liegt.

Windlatten, Windstreben, BAUTECHNIK: schräg ansteigend unter die Sparren des Daches genagelte Hölzer zur Herstellung eines Längsverbandes und zur Sicherung gegen seittl. Winddruck.

Windleitbleche, bei Dampflokomotiven beiderseits am vorderen Ende des Kessels angebrachte Bleche, sollen während der Fahrt den Rauch aus dem Schornstein ohne Sichtbehinderung für den Lokomotivführer nach oben lenken.

Windmühlen, Getreidemühlen, → Müllerei

Windpfeifen, GIESSEREI: Röhren, aus denen die Luft entweicht, wenn die Form mit flüssigem Metall gefüllt wird.

Windrose, 1) die Kompaßrose, → Kompaß. 2) Einteilung der Windrichtung (→ Wind) in 8, 16, 32 oder 64 Striche; auch Darstellung eines meteorolog. Elements in Abhängigkeit von der Windrichtung, z. B. thermische oder Niederschlags-W.

windschief sind zwei Geraden im Raum, die einander weder schneiden noch parallel sind.

Windschutzscheibe, beim *Kraftwagen* eine vorn angebrachte Scheibe aus Sicherheitsglas (→ Glas), die den Fahrwind abhält. *Motorräder* und *Motorroller* haben W. aus durchsichtigem Kunststoff.

Windsichter, AUFBEREITUNGSTECHNIK: Ein Gerät zur trocknen Staubscheidungs- oder Sichtung bei geringen Korngrößen (etwa 0,5 bis 0,2 mm), angewandt bes. in der Steinkohlensaufbereitung, auch in der Feinmahlung von Zement und in der Kohlemahlung für Staubeuerung. Durch das aufgelockerte →Hauwerk wird ein Luftstrom geleitet, der alle die Teilchen mit sich fortführt, deren Fallgeschwindigkeit kleiner als die Aufstromgeschwindigkeit der Sichtluft ist. Der mitgerissene Anteil an Staub muß meist in besonderen Geräten, Zyklonen oder Wirblern, aus der Luft abgeschieden werden.

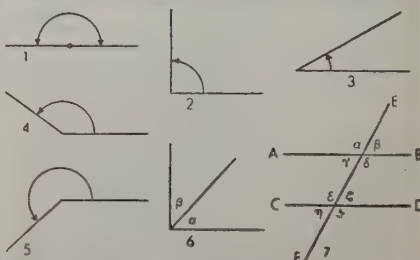
Windstau, Erhöhung des Wasserstandes durch den darüberstreichenden Wind, tritt besonders am Ende langgestreckter Meeresteile, Seen usw. auf. Z.B. ist in der Ostsee bei Kiel die größte Wasserstandshebung durch Ostwind 3,08 m, entsprechend bei Westwind bis 2,18 m Spiegelsenkung.

Windung, → Raumkurve.

Windungssinn, eine Eigenschaft räumlicher Koordinatensysteme.

Windungssinn bei rechtwinkligen Koordinatensystemen: 1 Rechtssystem, 2 Linkssystem.

Winkel, Grundbegriff der elementaren Geometrie: zwei Geraden bilden einen W. miteinander.



Winkel: 1 gestreckter, 2 rechter, 3 spitzer, 4 stumpfer, 5 überstumpfer Winkel; 6 α und β Komplementwinkel; 7 Winkel an den durch die Gerade EF geschnittenen Parallelen AB und CD: α und β Nebenwinkel, α und δ Scheitelwinkel, α und ε Gegenwinkel oder korrespondierende Winkel, α und ϑ Wechselwinkel, α und η entgegengesetzte Winkel, α und ζ konjugierte Winkel.

wenn sie sich schneiden. Der Drehpunkt heißt der *Scheitel* des W.; die beiden Geraden heißen seine *Schenkel*. Benennungen der W. vgl. BILD. Die Größe eines W. wird in Grad gemessen, in der Analysis im Bogenmaß ($\rightarrow$ Bogen). Dabei wird ein rechter W. nach der älteren Teilung in 90° (*Allgrad*), nach der neueren in 100° (*Neurad*) eingeteilt.

Das Diagramm zeigt einen Winkel mit dem Scheitel links. Zwei Schenkel gehen vom Scheitel aus. Der obere Schenkel ist mit α beschriftet. Der untere Schenkel ist mit b_1 beschriftet. Ein Bogen verbindet die Enden der Schenkel und ist mit b_2 beschriftet. Zwei Radien r_1 und r_2 sind eingezeichnet, die von der Scheitelgeraden zum Bogen führen.

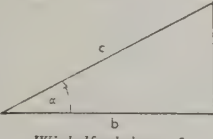
Winkelbeschleunigung,
die zeitliche Änderung der
→ Winkelgeschwindigkeit.

Winkelfunktionen, Kreisfunktionen, trigonometrische Funktionen, werden in der elementaren Geometrie dargestellt als Seitenverhältnisse im rechtwinkligen Dreieck (BILD 1). In der höheren Mathematik dehnt man den Begriff der W. auch auf Winkel über

Winkelgeschwindigkeit – Wirbelstrom

90° (im Bogenmaß $\pi/2$) aus und nimmt dazu den Einheitskreis zu Hilfe (BILD 2). Da jedem Winkel α eine Zahl $\sin \alpha$, eine weitere Zahl $\cos \alpha$ usw.

Sinus α ($\sin \alpha$) = a/c ,
Kosinus α ($\cos \alpha$) = b/c ,
Tangens α ($\tan \alpha$) = a/b ,
Kotangens α ($\cot \alpha$) = b/a ,
Sekans α ($\sec \alpha$) = c/a ,
Kosekans α ($\csc \alpha$) = c/b .



Winkelfunktionen 1:

eindeutig zugeordnet wird, sind $\sin \alpha$ usw. → Funktionen von α . Diese Funktionen sind stetig und genügen einer Reihe von Additionstheoremen, insbes.:

$$\sin(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \sin \beta + \sin \alpha \cdot \cos \beta$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta$$

Die Abhängigkeit der W. von der Größe des Winkels kann graphisch dargestellt werden und führt in rechtwinkl. Koordinaten auf die Sinuslinie (BILD Schwingung), Kosinuslinie, Tangenslinie und Kotangenslinie. In der Funktionentheorie werden die W. mittels unendl. → Reihen in der ganzen komplexen Ebene erklärt, wobei sich herausstellt, daß sie durch die Formeln

$$\sin \alpha = \frac{1}{2i}(e^{i\alpha} - e^{-i\alpha}), \cos \alpha = \frac{1}{2}(e^{i\alpha} + e^{-i\alpha})$$

eng mit der Exponentialfunktion (→ Exponent) und über diese wieder mit den → Hyperbelfunktionen zusammenhängen.

Die zu den W. inversen Funktionen $\arcsin y$ usw. heißen **zyklometrische Funktionen**.

Winkelgeschwindigkeit, die zeitliche Änderung des Winkels, den die Verbindungslinie vom Zentrum einer Rotation zu einem Punkt eines Systems mit einer zeitlich konstanten Bezugsrichtung bildet. Bei der gleichförmigen Rotation eines starren Körpers ist die W. aller Punkte des Körpers gleich dem 2π -fachen der Anzahl der Umdrehungen/Zeiteinheit. Die Geschwindigkeit eines mit der W. ω rotierenden Punktes im Abstand r vom Drehpunkt oder der Drehachse ist gleich ωr .

Winkelhaken, → Buchdruck.

Winkelmaß, Winkel, Gerät zum Abmessen, Zeichnen und Anreißern rechter Winkel; Sonderform: → Anschlagwinkel.

Winkelmesser, Transporteur, Gerät mit Kreis- oder Halbkreis-Gradeinteilung zum Messen und Anzeichnen von Winkeln. Zur Steigerung der Ablesegenauigkeit dient ein Nonius, bei den optischen W. außerdem eine Ableselupe.

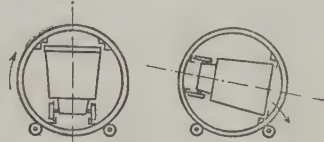
Winterbautechnik, Verfahren für das Bauen im Winter. Die Gebäude werden in Schutz besonderer Umhüllungen (Kunststoffolie) aufgeführt oder es werden frostunempfindliche Bauweisen angewandt, z. B. Fertigbauweisen (→ Fertighaus), Stahlkonstruktionen.

Winterpunkt, Wintersolstitium, → Sonnenwenden.

Wippe, 1) ein doppelarmiger Hebel, dessen Drehpunkt fest gelagert ist. 2) wurstartige Bündel (Bandwürste) aus biegsamen Faschenreisern von 10 bis 20 cm Stärke und bis zu 20 m Länge, die zum Uferschutz sowie bei Ufer- und Einschränkungsarbeiten verwendet werden.

Wipper, Einrichtung zum Entladen, insbes. von Grubenwagen. Bei Kopf-W. wird der Wagen auf einer kippbaren Plattform über die Schmalseite gekippt. Bei Kreis-W. fahren die Wagen in einen Korb, der aus zwei oder mehreren Ringen besteht

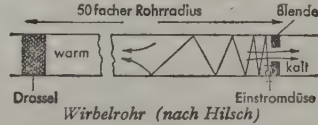
und um 180° gedreht wird. Doppelkreisel-W. nehmen nebeneinander zwei Wagen auf und entladen je einen bei einer Drehung des Korbes um 180°.



Wipper: Kreiswipper

Wirbel (TAFEL Strömungslehre), geschlossene, kreisende Bewegung der Teilchen einer Flüssigkeit oder eines Gases. Im einfachsten Fall, dem **Potential-W.**, entartet in idealen, d. h. reibungsfreien, Flüssigkeiten das W.-Gebiet zu einer Linie. Praktisch – also in Flüssigkeiten mit innerer Reibung – ergibt sich ein **Strudel**, dessen W.-Kern als Ganzes rotiert. Wenn der W.-Kern an der Oberfläche der Flüssigkeit endet, kann sich ein **Hohl-W.** bilden, bei dem das angrenzende Medium trichterförmig in den W.-Kern hineinragt: z. B. Wasserhose als Luft-W. über einer Wasseroberfläche, in dessen W.-Kern Wasser eingedrungen ist. In idealen Flüssigkeiten können W.-Linien, d. h. die Linien konstanter Rotation (z. B. Rauchring) weder vergehen noch entstehen (*Helmholtzsche W.-Sätze*, 1858). Zur Bildung von W. ist die Mitwirkung der Flüssigkeitsreibung erforderlich. Die → turbulente Bewegung besteht aus vielen schnell vergehenden und sich neu bildenden W.

Wirbelrohr, Hilschrohr, ein Rohr von einigen mm Durchmesser, in das durch eine Düse tangential Luft oder andere Gase unter einem Druck von einigen Atmosphären geblasen wird. Es entsteht ein Wirbel um die Rohrachse, der im Kern kalt und



Wirbelrohr (nach Hilsch)

außen warm ist (**Ranque-Effekt**). Das kalte Gas (bis -50° C) läßt sich mittels einer Blende absaugen; der warme Anteil (bis 200° C) entströmt dem anderen Rohrende. Bei Gasgemischen entstehen Konzentrationsunterschiede, die sich zur Trennung ausnutzen lassen.

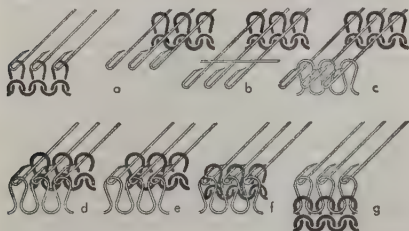
Wirbelschichtverfahren, Wirbelfließverfahren, Verfahren zur Förderung großer Feststoff- und Wärmemengen bei Umsetzungen an und von Feststoffen. Staubförmiges oder feinkörniges Gut kann mit aufsteigenden Gasen bei einer bestimmten, charakteristischen Strömungsgeschwindigkeit so aufgewirbelt werden, daß das System in vielen Eigenschaften einer Flüssigkeit ähnelt. Innerhalb der Wirbelschicht stellt sich zwischen zwei verschiedenen hohen Niveaus ein hydrostat. Druckgefälle ein, das von der Feststoffdicke bestimmt wird. Längs eines derartigen Druckgefälles kann das aufgewirbelte Gut wie eine Flüssigkeit mit einem günstigen Verhältnis von Feststoff zu Trägergas gefördert werden. Wichtige Anwendungsgebiete des W. sind die Spaltung von Erdölfraktionen, die Fischer-Tropsch-Synthese, die Röstung von Schwefelkies, das Brennen von Kalk.

Wirbelsinterverfahren, die Herstellung von gesinterten Kunststoffüberzügen durch Eintauchen der hocherhitzten Werkstücke in eine Wirbelschicht aus Kunststoffpulver und Druckluft oder Druckgas.

Wirbelstrom, der durch ein magnet. Wechselfeld in einem elektr. Leiter induzierte Strom. Die im Leiter erzeugte Joulesche Wärme kann z. B. zum Schmelzen von Metallen benutzt werden; im allgemeinen jedoch stellt sie eine unerwünschte **Verlustleistung** dar, die z. B. in Transformatoren durch Unterteilung des Kernes in dünne, gegeneinander isolierte Bleche verringert wird. Der W. ist die Ur-

sache der Stromverdrängung (→Hautwirkung). In elektr. Leitern, die in inhomogenen magnet. Feldern bewegt werden, entstehen W., durch die Bewegung gebremst wird. Diese Bremswirkung wird in der W.-Brems (→Brems), zur Dämpfung empfindl. Meßsysteme (z.B. Waage, elektr. Meßinstrumente, →Dämpfung) und zur Erzeugung des Gegenkehrmomentes in →Elektrizitätszählern benutzt.

Wirkerei, die Herstellung von Wirk- und Strickwaren, deren Fäden sich nicht wie bei den Geweben rechtwinklig verkreuzen, sondern in maschenförmigen Fadenschleifen verschlingen. Die waagrecht nebeneinandergereihten Maschen bilden eine Maschenreihe, die sich senkrecht übereinander verhängenden Maschen ein Maschenstäbchen. Durch die bogig gewundene Fadenlage erhalten die Wirk- und Strickwaren ihre große Dehnbarkeit, Elastizität und Schmiegsamkeit. – **Kulier- und Strickwaren** haben in der Querrichtung (waagrecht) fortschreitenden Fadenlauf, **Kettenwaren** senkrechte Verschlingung der Nachbarfäden. Alle Maschenwaren können flach oder rund gearbeitet werden, je nachdem, ob die Nadeln wie bei der Flachwirk- und



Wirkerei: Maschenbildung auf Spitzennadeln. a *alte Ware einschließen*, b *neuen Faden legen*, c *kulieren*, d *vorbringen*, e *pressen*, f *auftragen*, g *abschlagen*.

Flachstrickmaschine flach in einer Reihe oder wie bei der Rundwirk- und Rundstrickmaschine kreisförmig angeordnet liegen. Ferner werden die Maschenwaren sowohl ein- wie doppelfächig hergestellt. Kulier- und Strickwaren für Strümpfe, Socken, Handschuhe, Mützen, Ober- und Unterbekleidung werden teilweise regulär, d. h. formgerecht, gearbeitet oder auch als Schneidware erzeugt. – Bei den **Wirkmaschinen** wird der Faden mit Hilfe von Fadenführer, Spitzennadeln, Platinen und Preßschiene zu einer Schleife umgeformt, die sich als neue Masche in die Ware einhängt. **Strickmaschinen** → stricken. **Kettenstühle** dienen zur Erzeugung von Gewirken für die Ober- und Unterbekleidung (z.B. Charmeuse) und benötigen für jedes Maschenstäbchen einen besonderen Längsfaden (Kettfaden), der mit Hilfe von Lochnadeln, Spitzennadeln, Platinen und Preßschiene mit den Nachbarfäden maschenförmig verschlungen wird.

Wirklast, bei elektr. Wechsel- und Drehstromerzeugern oder -netzen der Anteil an der Gesamtbelastung, der bei den Verbrauchern als nutzbare →Leistung verwertet wird, z. B. für Elektroöfen, Beleuchtung, Antrieb von Arbeitsmaschinen. Gegensatz: **Blindlast** (→Blindleistung).

Wirkleistung, **Wirkspannung**, **Wirkstrom**, → Wechselstrom, → Leistung.

Wirkmaschinen, 1) **BÄCKEREI**: Maschinen zum Durchkneten des Teiges.

2) →Wirkerei.

Wirkstoffe, in kleinsten Mengen, also nicht als Nährstoffe, wirkende Stoffe wie →Vitamine, →Hormone, →Wuchsstoffe, →Spurenelemente.

Wirkung, **PHYSIK**: das Produkt aus Arbeit (Energie) und Zeit, oder aus Impuls und Weg (Länge), gemessen z. B. in erg.s.

Wirkungsgrad, das Verhältnis der Nutzleistung zur aufgewandten Leistung oder der Nutzleistung zur Nutzleistung zuzüglich der Verluste; in manchen Fällen (schiefe Ebene, Keilschubgetriebe) auch das Verhältnis des Kraftaufwandes bei idealem ver-

lustlosem Betrieb zu dem tatsächlich erforderlichen Kraftaufwand. Der Wert ist immer kleiner als 1 oder 100 % (→Entropie).

Wirkungsquantum, →Quantentheorie.

Wirkungsquerschnitt, **Wahrscheinlichkeitsmaß** des Eintretens atomarer Ereignisse: der scheinbare Querschnitt, gemessen in cm² oder →Barn, den ein beschossenes Teilchen, z.B. ein Atomkern, einem einfallenden Teilchen, z.B. einem Neutron, bietet. Sind zwischen den einander treffenden Teilchen mehrere Reaktionen möglich, so kann jeder ein bestimmter W. zugeordnet werden. Z. B. spricht man vom **Einfangquerschnitt** und vom **Streuquerschnitt**.

Wirtel, **SPINNEREI**: die auf der Spindel befestigte Rolle zur Aufnahme des Antriebsbandes.

Wismut, **Bi**, chemisches Element, Metall; Ordnungszahl 83, Massenzahl 209, Atomgewicht 208,980; Schmelzpunkt 271°C, Siedepunkt 1560°C, Dichte 9,80 g/cm³. W. kommt gelegentlich als gediegenes Metall vor (Erzgebirge), meist jedoch in chemisch gebundener Form, vorwiegend im W.-Glanz, Bi₂S₃, und in dessen Verwitterungsprodukt, dem W.-Ocker, Bi₂O₃. Metallisches W. gewinnt man durch Ausschmelzen w.-haltigen Gesteins oder durch Rosten des W.-Sulfids und Reduktion des W.-Oxids mit Kohle. W. ist ein sprödes Metall von röt. Silberglanz, das den elektr. Strom und die Wärme schlecht leitet. Man verwendet es praktisch nur in Legierungen, die teilweise einen sehr niedrigen Schmelzpunkt besitzen (→Woodsches Metall, →Rosesches Metall, Legierungen für Weichlote, für Schmelzsicherungen an elektr. Leitungen und Feuerlösch-einrichtungen). Legierungen mit genügendem Gehalt an W. dehnen sich, wie dieses, beim Erstarren aus (günstig für den Guß von Druckstöcken). Auch manche →Lagermetalle enthalten W.

VERBINDUNGEN. W. ist ein ziemlich edles Metall, das an der Luft nur oberflächlich oxidiert und von Salzsäure nicht, von Salpetersäure dagegen gelöst wird. W.-Oxid (Bi₂O₃) wird zur Herstellung von stark brechendem optischem Glas und Porzellanfarben verwendet. Das W.-Nitrat dient zur Herstellung des Farbstoffes W.-Weiß und zur Behandlung von Brandwunden u. a., ferner auch als Kontrastmittel in der Röntgendiagnostik. Daneben gibt es noch eine Anzahl weiterer in der Medizin verwendeter W.-Verbindungen. – In feingepulvertem Zustand reagiert W. bereits bei Zimmertemperatur unter Feuererscheinungen mit Chlor und bildet das W.(III)-Chlorid, BiCl₃, aus dem durch Wasserrückzug das als Schminke verwendete W.(III)-Oxychlorid, BiOCl, gewonnen wird.

Wobbler, Gerät zur stetigen periodischen Änderung der Frequenz eines Oszillators zwischen zwei Grenzwerten bei gleichbleibender Spannungsamplitude (gewobbelte Frequenz, Wobblersender).

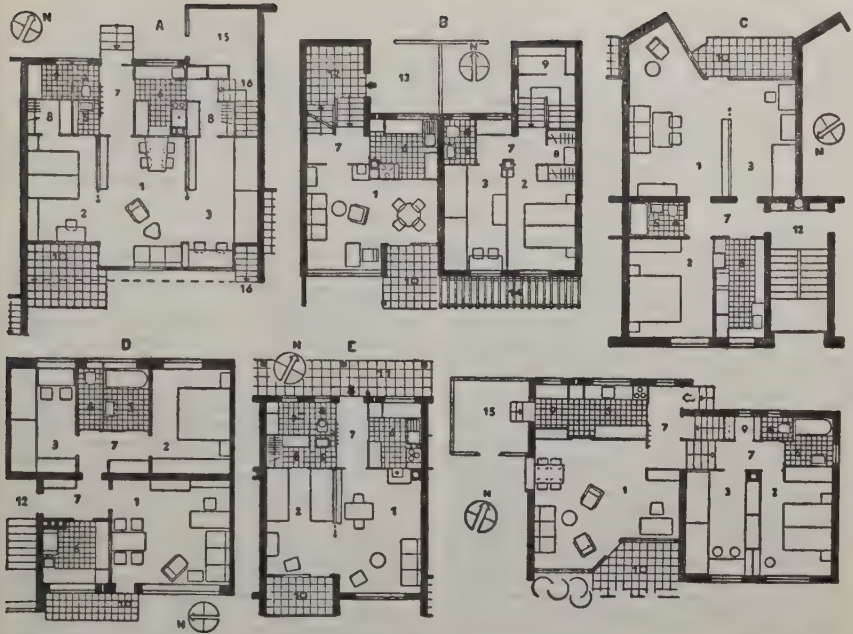
Wobbelung, **FERNSEHEN**: Zur Verwischung der bei zeilenweiser Abtastung auftretenden sichtbaren Zeilenabstände wird der Leuchtpunkt auf dem Bildschirm der Kathodenstrahlröhre zusätzlich zu den üblichen Ablenkbewegungen durch ein höherfrequentes Ablenkfeld senkrecht zur Zeilenrichtung mit einer dem Zeilenabstand entsprechenden Amplitude abgelenkt (gewobbelt).

Wöhler, Friedrich, Chemiker, * 1800, † 1882, Prof. in Göttingen, entdeckte die Elemente Beryllium, Yttrium, kristallisiertes Bor und Silizium. 1824 stellte er Oxalsäure aus Zyan her und 1828 den Harnstoff. Dadurch fiel die Grenze zwischen anorganischer und organischer Chemie.

J. VALENTIN: F. W. (1949).

Wohnungsbau. Die Grundlage für Planung und Ausführung bildet der **Bauplan**; er enthält Lageplan, Grundriß, Schnitte, Ansichten und muß von der Baupolizei genehmigt werden.

Über die einzelnen **Bauweisen** und **Baustoffe** →Beton, →Betonbau, →Dach, →Decke, →Fachwerk, →Fertighaus, →Hochbau, →Holzbau, →Holzhaus, →Lehmbau, →Leichtbau, →Leimbau, →Massivbau, →Mauer, →Nagelbau, →Stahlbau, →Stahlbeton, →Zement, →Ziegel. Die wichtigsten Hausarten sind: das **freistehende Einzelhaus** mit einer



Wohnungsbau: Grundrisse (Maßstab etwa 1:280). A Eingeschossiges Einfamilienreihenhaus; 56 qm Wohnfläche, 9 m Breite; Südtyp. B Zweigeschossiges Einfamilienreihenhaus, 56 qm Wohnfläche, 5 m breit; links Erdgeschoß, rechts Obergeschoß (im Spiegelbild); Südtyp. C Zweispänner-Mietwohnung, 54 qm Wohnfläche (V. Boesen); Ost-West-Typ mit Südsonne im Wohnraum. D Zweispänner-Mietwohnung, 60 qm Wohnfläche (A. Klein, O. Völckers); Ost-West-Typ. E Kleinwohnung im Laubenganghaus; 41 qm Wohnfläche (H. Lauterbach); Südtyp. F Freistehendes kleines Einfamilienhaus, gestaffelt (nur Schlafraumgruppe unterkellert und 5 Stufen höher als Wohnraumgruppe); 65 qm Wohnfläche; Südtyp. Raumverteilung in allen Grundrissen: 1 Wohnraum; 2 Elternschlafzimmer; 3 Kinderzimmer; 4 Abort; 5 Bad oder Waschraum; 6 Küche; 7 Flur; 8 Kleiderkammer; 9 Abstellkammer; 10 Balkon oder Laube; 11 Laubengang; 12 Treppe; 13 Höfchen; 14 Pergola; 15 Geräteschuppen; 16 Kellertreppe.

(Eigenheim) oder mehreren Wohnungen (Einliegerwohnung); das Einfamilien-Doppel- und Reihenhaus (wirtschaftlichste Form des Eigenheims); das mehrgeschossige Mehrfamilienhaus. Nach dem 1. Weltkrieg begann man, den geschlossenen Straßenblock aufzulösen in zwei- bis viergeschossige parallele Zeilen mit offenen Grünflächen dazwischen (Zeilenbau). Heute ordnet man die Zeilen in Anpassung an Gelände und Himmelsrichtung zu freieren Formen. Man unterscheidet Zwei-, Drei- und Vierspänner, je nachdem, ob 2, 3, 4 Wohnungen an einem Treppenhaus in einem Stockwerk liegen. Um noch mehr Wohnungen an eine Treppe anzuschließen (Verbauung), wurde das Außengang- (oder Laubengang-) Haus entwickelt. Diese Hausart eignet sich besonders für Zweizimmer-Kleinwohnungen bis zu etwa 45 m². Das Wohnhochhaus (mehr als 6 Geschosse) eignet sich für gut gestellte Berufstätige, Ledige und Kinderlose, nicht dagegen für Familien mit Kindern. Wirtschaftlich ist es die teuerste Wohnform.

Wolach, schwere Rohdecke aus Reißwolle.

Wölbesteine, Voll- oder Lochsteine, oft keilförmig, zur Herstellung von Bögen und Gewölben.

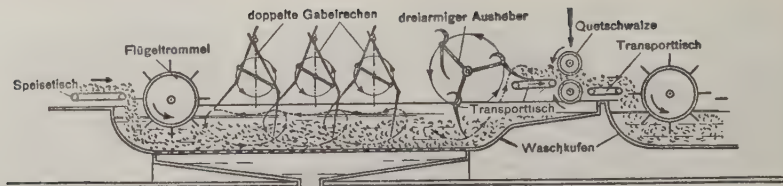
Wolfram, W, im Ausland meist Tungsten, chemisches Element, Metall; Ordnungszahl 74, Massenzahlen 184, 186, 182, 183, 180, Atomgewicht 183,85; Schmelzpunkt 3380°C, Siedepunkt 6000°C, Dichte 19,3 g/cm³. Die wichtigsten W.-Mineralien sind Wolframit, (Fe, Mn)WO₄, Scheelit, Kalziumwolframit, CaWO₄, und Stolzit, Bleiwolframit, PbWO₄; Hauptlagerstätten in China, Indien, Burma, Australien, Verein. Staaten, Bolivien, Spanien. Zur Darstellung von W. werden die natürlichen Wolfra-

mate meist durch Erhitzen mit Soda in Natriumwolfram, Na₂WO₄, dann durch Einwirken von Salzsäure in W.-Trioxid, WO₃, und schließlich durch Reduktion mit Wasserstoff in elementares W. übergeführt. Das bei der Gewinnung anfallende Pulver wird unter Druck gesintert. Durch Hämmern wird das spröde Metall dehnbar gemacht und läßt sich dann zu dünnen Drähten (Glühfäden für Glühlampen und Elektronenröhren) ausziehen. Die Antikathoden von Röntgenröhren sind häufig aus W. hergestellt. Hochbeanspruchte elektr. Kontakte bestehen meist aus W., dem vor dem Sintervorgang häufig ein Zusatz von Kupfer oder Silber beigelegt wird. Zur Legierung von Stählen mit W. verwendet man das durch die Reduktion von Wolframit mit Kohle gewonnene Ferro-W. (bis zu 80 % W., Rest Eisen).

VERBINDUNGEN. Das W.-Trioxid, WO₃, ist das Anhydrid der in Wasser schwer löslichen W.-Säure. Durch Tränken mit Natriumwolframit werden Gewebe feuerfest gemacht. Kalzium- und Magnesium-Salze sind technisch wichtige Fluoreszenzstoffe. – Die äußerst harten Kristalle des W.-Karbids (WC, auch W₂C) oder auch des W.-Titan-Karbids (W₂TiC₂) sind Hauptbestandteil der gesinterten Hartmetalle.

Wolf-Rayet-Sterne, ziemlich seltene Sterne sehr hoher Temperatur und Leuchtkraft mit breiten Emissionslinien von ionisiertem Helium und hochionisiertem Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff. Viele von ihnen sind enge Doppelsterne.

Wolken (TAFEL Wetterkunde) und Nebel entstehen durch Kondensation in einer mit Wasserdampf übersättigten Atmosphäre infolge Abkühlung



Wollwaschmaschine (nach F. Wintgens: Die Streichgarnspinnerei)

unter den Taupunkt. Sie bestehen aus winzigen Wassertropfenchen, in den oberen kalten Luftschichten aus Eiskriställchen. *Haufen-W.* sind labil, *Schicht-W.* stabil. HAUPTFORMEN: *Haufen-W.* (*Kumulus*), *Schicht-W.* (*Stratus*), *Feder-W.* (*Zirrus*), *Regen-W.* (*Nimbus*) mit zahlreichen Zwischenformen, z. B. *Schäffchen-W.* (*Alto-Kumulus*, *Zirro-Kumulus*), *Gewitter-W.* (*Kumulo-Nimbus*), *Schleier-W.* (*Zirro-Stratus*) usw. Grobe *Schäffchen-W.* und hohe *Schicht-W.* treten in 1 bis 7 km Höhe auf, *Regen- und niedrige Schicht-W.* bis 3 km. In *Gewitter-W.* wehen heftige Aufwinde bis zu beträchtl. Höhen, am unteren Ende der *Gewitterzelle* kalte, durch den fallenden Regen verursachte Fallwinde. Über künstl. Beeinflussung von W. → *Niederschlag*.

Leuchtende Nacht-W., die nach besonders heftigen Vulkanausbrüchen beobachtet wurden, sind durch feinsten vulkan. Staub, der bis 80 km Höhe emporgewirbelt wurde, verursacht worden. Echte W. kommen nur in der Troposphäre vor, in unseren Breiten also bis 11 km Höhe, am Äquator bis 17 km. Die Stratosphäre darüber ist fast wolkenfrei (Ausnahme: *Perlmutter-W.* in 20 bis 30 km Höhe).

R. SÜRING: Die W. (*1950).

Wollastondraht (nach WOLLASTON), dünner *Platin- oder Golddraht* (Mindestdurchmesser 0,0015 mm) für Feinmeßgeräte der Elektrotechnik.

Wollastonit, kontaktmetamorphes, monoklines Mineral, CaSiO_3 , weiß, seltener hellfarbig, meist in strahligen oder faserigen Aggregaten, auch derb, bes. in Kalksteinen, nicht selten auch in kristallinen Schiefen.

Wolle, verspinnbare Haare des Hausschafes, der Angora- (Mohair-), Kaschmir- und Tibetziege, des Kamels, der Schafkamele (Paco, Lama, Vicuna, Guanaco) sowie des Angorakaninchens. HAUPT-ERZEUGUNGSLÄNDER für *Schaf-W.* sind Australien, Neuseeland, Südamerika (La Plata-W.), Südafrika (Cap-W.), USA, UdSSR, England sowie Asien und die Mittelmeerländer. SCHAFFRASSEN: Haarschafe, gemischtwollige, krauswollige (Merino), langwollige englische Schafe (Lincoln, Cheviot) sowie Kreuzzuchtschafe (Crossbreds). Letztere sind eine Kreuzung zwischen dem feinwolligen Merino- und dem grobhaarigen Lincoln-Schaf.

GEWINNUNG UND SORTIERUNG. Die Schur erfolgt bei kleinen Beständen von Hand, in Großbetrieben mit elektr. Schermaschinen und wird meist einmal jährlich (*Einschur*) im Frühjahr (*Winter-W.*), bei langwolligen Rassen ein zweites Mal (*Zweischur*) im Herbst (*Sommer-W.*) vorgenommen. Der jährl. W.-Ertrag beträgt etwa 5–7 kg bei Merinos und 3–5 kg bei den Landschafen. Das durch den Wollschweiß und durch die Kräuselung zusammenhängende *Vlies* wird zerteilt und sortiert. Die Schulterblätter liefern die beste Qualität, die Flanken und Halspartie gute Wolle, Rücken und Kopf geringere, Bauch und Füße die minderwertigsten Sorten.

WOLLÄSCHEREI. Nach mechanischem Zerteilen der W. in einzelne Flocken auf dem Rohwollöffner wird die Rohwolle (*Schweiß-W.*, *Schmutz-W.*) in Waschbottichen (Leviathan) mit Wasser von 40 bis 50°C unter Seifen- und Sodazusatz gewaschen und hierbei die Verunreinigungen (Schmutz, Sand, Kot, Wollschweißsalze, Wollfett), die 20–60% des Rohwollgewichtes betragen, entfernt. Nach dem Trocknen wird die W. durch Schmälzen (Einölen, Spikken) für die Weiterverarbeitung geschmeidig gemacht.

SPINNVERFAHREN. Die kürzeren, stärker gekräuselten Wollen (einschl. Kämmlinge und Reißwolle) werden zu *Streichgarn*, die längeren, schlichteren zu *Kammgarn* verarbeitet. In der *Streichgarnspinnerei* wird das Krepelvlies durch den Florteller in schmale Streifen geteilt, auf dem Nitschelwerk zum Vorgarn verdichtet und schließlich auf dem Seltfack (Wagenspinner) oder auf der *Streichgarn-Ringspinnmaschine* zum Feingarn ausgesponnen. Bei dem *Kammgarnverfahren* wird das Krepelvlies in Bandform gebracht und auf der Kämmaschine (Kammstuhl) ausgekämmt. Der nach Ausscheiden der Kurzfasern (Kämmlinge) aus den langen Wollhaaren bestehende Kammzug wird auf Nadelstabs- und Nadelwalzenstrecken wiederholt gedoppelt (doubliert) und verzogen (verstreckt) und das Vorgarn auf der *Kammgarn-Ringspinnmaschine* fertiggesponnen.

EIGENSCHAFTEN. Das aus *Keratin* (Hornsubstanz) bestehende Wollhaar setzt sich zusammen aus einem äußeren dünnen, aus Hornschüppchen bestehenden Oberhäutchen, der darunter liegenden Rinden- oder Faserzellenschicht und der lufthaltigen Markscheit (nur bei grober W. und Grannenhaaren). Grundlage der *W.-Klassifikation* bildet der in Mikron gemessene Haardurchmesser. Die Feinheitgrade für *Kamm-W.* werden mit lat. Buchstaben bezeichnet: *5A–3A* = feine Merino, *2A–A* = Merino, *B* = veredelte Land-W., *C* = feine Land-W., *D* = mittlere Land-W. und *E–F* = ganz grobe Wollen. Je feiner die W., um so stärker ist auch ihre Kräuselung. Die W. ist sehr dehnbar und elastisch. Sie filzt (walkt) unter dem Einfluß von Wärme, Wasser, Seife und Druck. Gegenüber Alkalien ist W. sehr empfindlich, gegenüber Säuren jedoch widerstandsfähig. Bei der Brennpote bildet W. ein Ascheklumpchen mit dem typischen Geruch nach verbranntem Horn.

Die *WELTERZEUGUNG* (ohne VR China) betrug 1961: 2550000 t, davon lieferten Australien 771000 t, Sowjetunion 367000 t, Neuseeland 266000 t, Argentinien 192000 t, USA 134000 t und Südafrika. Union 129000 t.

H. DOCHNER (Hg.): Handbuch der Schafzucht und Schafhaltung, 4 (1954); H. KITTEL: Kammgarnspinnerei (1954); R. FAHRBACH: Die Kammgarnspinnerei (1954); W. OESER: Streichgarnspinnerei (1953).

Wollfett, → *lanolin*.

Wollpappe, Wollfilzpappe, eine weiche, dicke, saugfähige Pappe aus Lumpen und Altpapier, muß mindestens 15% Wolle enthalten, dient als Einlage bei der Herstellung von → *Dachpappe*.

Wolman-Salze, Chrom-Arsen-Fluorsalzgemische, schwer auslaugbar; Holzschutzmittel.

Woodches Metall, Legierung aus 50% Wismut, 25% Blei, 12,5% Zinn und 12,5% Kadmium; schmilzt bei 70°C. Verwendung: Schnell-Lot, Schmelzsicherung, Einbettmasse, Scherzartikel, die in heißen Getränken schmelzen.

Wollfische Flasche, dickwandige Glasflasche mit zwei oder drei Tuben, die als Gasentwicklungs-, Gaswasch- oder Vorschaltflasche beim Arbeiten im Vakuum verwendet wird.

WPS, Abk. für → *Wellen-Pferdestärken*.

Wrange, Querversteifung des Schiffsbodens.

Wright, Orville (* 1871, † 1948) und Wilbur (* 1867, † 1912), amerikan. Flugzeugbauer, Brüder, Erfinder des Motorflugzeugs; führten 1903 den ersten Flug von 12 s Dauer und 50 m Länge aus.

F. C. KELLY: Die Gebrüder W. (dt. 1947).

Wringstock, → **Bluel**.

Wuchsstoffe, Wirkstoffe in Pflanzen, die in kleinsten Mengen Wachstumsvorgänge und die Korrelationen der Pflanzenorgane (Blätter, Blüten, Wurzeln) untereinander regeln. Zu ihnen gehören die Auxine a und b, die β -Indollessigsäure sowie die die Blütenbildung veranlassenden Stoffe, die Blühormone. Neben W. treten in der Pflanze regulierende Hemmstoffe des Wachstums auf.

Man kann heute auch künstliche W. herstellen, die z. T. weit wirksamer sind als die natürlichen; zu ihnen gehören z. B. Phenyllessigsäure, β -Naphthoxyessigsäure, 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure, letztere 300mal wirksamer als β -Indollessigsäure. Die synthet. W. haben z. T. große prakt. Bedeutung als Unkrautvertilger, da sie in höherer Dosierung das Wachstum bestimmter Pflanzen stören oder durch unnatürl. Wachstumsverstärkung die Pflanze zum Absterben bringen. Gräser (Getreide) sind relativ unempfindlich, Kreuzblütler (z. B. Hederich, Ackersenf) hingegen werden stark geschädigt.

Wuchtförderer, → **Förderanlagen**.

Wunderkerzen, mit einem Gemisch von Bariumnitrat, Aluminium- und Eisenpulver und Dextrin überzogene Drähte, die beim Anzünden mit Funkensprüh-Effekten rauchlos verbrennen.

Würfel, ein → **regelmäßiger Körper**.

Wurfsteuerung, eine Planrostfeuerungs für kleinere Dampfkessel, bei der die Kohlen durch eine automatisch arbeitende Wurfvorrichtung auf den Rost geschleudert werden.

Würgelapparat, **Nitschlerwerk**, **Frottierzeug**, eine Einrichtung an der Vorspinnkrepel zum Verdichten der schmalen Faserbänder durch Pressen und Runden zur Erzeugung der Vorganne.

Wurm, → **Pleistozän**.

Würste, zylindrische Faschinenstränge von 12 bis 18 cm und beliebiger Länge als Verbindungsglieder für Faschinenbauten aller Art.

X

X, chem. Zeichen für → **Xenon**.

Xanthin, $C_8H_4N_4O_6$, ein Dioxypurin (→ **Purinkörper**), das in naher chem. Beziehung zum Koffein und Theobromin steht; auch abgekürzt für gewisse pflanzl. Karotinfarbstoffe, → **Xanthophyll**.

Xanthogensäuren, die Ester der Dithiokohlensäure, z. B. der Äthylester, $S=C(\frac{OC_2H_5}{SH})_2$, eine ölige,

stechend riechende Flüssigkeit. Ihr Kaliumsalz, das gewöhnl. **Kaliumxanthogenat**, $CS(OC_2H_5)_2$ (**SK**), bildet sich bei der Umsetzung von Schwefelkohlenstoff mit Alkohol und Kaliumhydroxid. **Natrium-Zellulose-Xanthogenat** spielt bei der Herstellung von Viskose-Reyon eine Rolle (→ **Reyon**).

Xanthophyll, $C_{40}H_{56}O_6$, ein Karotinoid, Farbstoff der grünen Blätter. Mit **X**. ist verwandt das **Lycopin**, der rote Farbstoff der Tomate und der Hagebutte, das **Zeaxanthin** des Maiskorns, das **Auroxanthin** aus den gelben Blüten des Veilchens, das **Fucoxanthin** der Braunalgen, das **Capsanthin** des Paprikas, das **Crocin** des Safrans, sowie das **Astacin** aus Krebs- und Hummerschalen.

X-Einheit, Abk. **X** oder **X.E.**, atomphysikal. Längeneinheit, definiert durch den Gitterabstand d im Kalkspatkristall: $d = 3029,04$ X. E. Daraus folgt: 1 X. E. = $0,998 \cdot 10^{-11}$ cm.

Xenon, **X**, chem. Element aus der Gruppe der → **Edelgase**; Ordnungszahl 54, Massenzahlen 132, 129, 131, 134, 136, 130, 128, 124, 126, Atomgewicht 131,30; Schmelzpunkt $-111,9^\circ C$, Siedepunkt $-108,1^\circ C$, Dichte $5,89 \cdot 10^{-3}$ g/cm³; kommt mit 0,005 Gewichtsprozent in Luft vor. Gewinnung wie → **Argon**. Verwendung zur Füllung von Glühlampen und → **Leuchtröhren**.

Xenonlampe, eine → **Gasentladungslampe**, bei der der Lichtbogen in einem geschlossenen Gefäß

Wurzel, MATHEMATIK: 1) eine Zahl, die, in eine bestimmte → **Potenz** erhoben, die Ausgangszahl (Radikand) ergibt. Beispiele: Die Quadrat- oder 2. Wurzel aus 64, geschrieben $\sqrt{64}$, ist 8, weil $8^2 = 64$ ist, die Kubikwurzel oder 3. Wurzel aus 64,

geschrieben $\sqrt[3]{64}$, ist 4, denn $4^3 = 64$; dabei sind: 64 der Radikand, 2 oder 3 die **W.-Exponenten**. Für $\sqrt[3]{64}$ schreibt man auch $64^{\frac{1}{3}}$, für $\sqrt[4]{64}$ auch $64^{\frac{1}{4}}$, wobei mit den gebrochenen Potenzen gerechnet werden kann wie mit ganzen Potenzen. Das **W.-Ziehen** führt im Gegensatz zu den → **Grundrechnungsarten** aus dem Bereich der rationalen Zahlen hinaus, da z. B. $\sqrt{2}$ nicht mehr rational, sondern nur noch reell und z. B. $\sqrt{-2}$ nicht einmal mehr reell, sondern eine → **komplexe Zahl** ist. 2) die Lösung einer algebraischen Gleichung.

Wurzelwaschmaschine, eine gitterförmige zylindrische Trommel, die sich in einem wassergefüllten Waschtrog dreht. Verwendung zur Reinigung von Wurzeln, Kartoffeln, Rüben u. dgl.

Wurz-Verfahren, Erzeugung von Stadtgas durch Vergasung von Heizöl, das man von Koks aufsaugen läßt und dann erhitzt. Das entstehende Heizgas hat einen Heizwert von etwa 10000 kcal/Nm³. Den übl. Heizwert von 4200 kcal/Nm³ erhält man, indem man gleichzeitig Wassergas erzeugt oder Generator- oder Rauchgas beimischt.

Wüstenlack, durch Windschliff erzeugter matter Glanz an Gesteinen, z. T. auch dünner Überzug von wasserarmem Eisenoxidhydrat.

Wutzstahl, ein Hartstahl mit „natürlichem“ Damast, aus Erz oder Schmiedeeisen unter Zuhilfenahme der Verkohlungsprodukte bestimmter Pflanzen in kleinen Tiegeln aus Ton erschmolzen; durch Zugabe von Brauneisenpulver und Glühung wird das hochgekohlte Eisen bis zur Schmiedbarkeit entkohlt (etwa 1 % C).

brennt, das mit → **Xenon** unter Überdruck gefüllt ist (**Xenon-Hochdrucklampe**). Charakteristisch für diese Lampe ist ihre hohe Lichtausbeute bei hoher Leuchtdichte und vor allem ihr tageslichtähnliches kontinuierliches Spektrum, das die X. zur besten Lichtquelle für Farbabbildungen in der Färberei- und Anstrichtechnik rendern ließ. Die hohe Leuchtdichte macht sie als tageslichtweiße Projektionslampe geeignet, ferner zur Beleuchtung von Fernsehstudios. Die X. liefert zudem reichlich UV-Strahlung.

Xerographie, ein photographisches Trocken-druckverfahren, bei dem eine Metallplatte, die mit einer elektrischen Halbleiterschicht überzogen ist, elektrostatisch aufgeladen wird und ihre isolierenden Eigenschaften in Abhängigkeit von der Beleuchtung verliert, so daß ein „elektrostatisches Bild“ entsteht. Dieses wird anschließend durch Einstäuben mit feinstem Kunstharz-Farbpulver sichtbar gemacht und unter Wärmeinwirkung auf den endgültigen Träger (Papier, Metall, keramische Gegenstände) übertragen.

Xi-Teilchen, zu den → **Hyperonen** gehörige Elementarteilchen.

X-Strahlen, → **Röntgenstrahlen**.

Xylidine, **Aminoxylol**, $C_8H_9(CH_3)_2NH_2$, durch Reduktion der Nitroxylol gewonnene isomere aromatische Basen.

Xylole, $C_8H_8(CH_3)_2$, die drei isomeren Dimethylbenzole, genannt o-, m- und p-Xylol. Die bei etwa $140^\circ C$ siedende Fraktion des Steinkohlenteers enthält alle drei X. Das techn. X. dient als Lösungsmittel und zur Herstellung von → **Xylidin**.

Xylose, **Holzucker**, $C_5H_{10}O_5$, eine Zuckersart, und zwar eine Pentose, die u. a. bei der Hydrolyse von Holzgummi mit verdünnten Säuren entsteht.

Y

Y, chem. Zeichen für →Yttrium.

Yärb, Holzreif zum Formen von Emmentaler Käse.

Yb, chem. Zeichen für →Ytterbium.

Yerkumfaser, Bastfaser aus den Stengeln der afrikan.-asiat. Wüstenpflanze *Calotropis procera*, die für Seilerarbeiten verwendet wird.

Ylang-Ylang-Öl, ätherisches Öl aus den Blüten von *Cananga* oder *Unona odorata*, dem ostasiat. Ylang-Ylang-Baum, von köstlichem Wohlgeruch, zusammengesetzt vor allem aus Estern, Alkoholen und Phenolen. Verwendung in der Feinparfümerie.

Ylide, sehr reaktionsfähige organ. Ammonium-Verbindungen, in denen die C-N-Bindung durch eine homöopolare und durch eine Ionenbindung verknüpft ist.

Yohimbin, das Alkaloid aus der Rinde des westafrikan., zu den Rubiaceen gehörigen Baumes *Corynanthe yohimbe*, Formel $C_{21}H_{33}O_3N_2$. Y. ist als salzsaures Salz (*Yohimbinum hydrochloricum*) officinell; es bewirkt Gefäßerweiterung und erhöhte Reizempfindlichkeit an den Geschlechtsorganen. Anwendung bei seelischer und funktioneller Impotenz; auch gegen Menstruationsbeschwerden.

Ytterbium, **Yb**, chemisches Element aus der Gruppe der →Lanthaniden, Metall; Ordnungszahl 70, Massenzahlen 174, 172, 173, 171, 176, 170, 168, Atomgewicht 173,04; Schmelzpunkt, Siedepunkt und Dichte nicht genau bekannt. Y. kommt, meist als Begleiter des Yttriums, in einigen (vorwiegend skandinav.) Mineralien, z. B. im Gadolinit, vor. Y. ist sehr selten und noch ohne prakt. Bedeutung.

Yttererden, →Erden, →Yttrium.

Yttrium, **Y**, chemisches Element, Metall; Ordnungszahl 39, Massenzahl 89, Atomgewicht 88,905; Schmelzpunkt 1490°C, Siedepunkt 2500°C, Dichte 5,51 g/cm³. Das Y. kommt im Gadolinit und in einigen anderen seltenen Mineralien (hauptsächlich in Skandinavien) in verwickelter chemischer Bindung vor. Das schwer zu isolierende, praktisch bedeutungslose Element ist eisengrau und in seinen Verbindungen dreiwertig. Das *Y.-Oxid*, Y_2O_3 , ein gelblichweißes Pulver, heißt auch *Yttererde*.

Yukawa, Hideki, japan. Atomphysiker, * 1907, Prof. in New York. Y. sagte 1935 die Existenz der →Mesonen voraus, die kurz darauf in der Höhenstrahlung entdeckt und 1948 mit dem Zyklotron künstlich erzeugt und gemessen wurden. 1949 Nobelpreis.

Z

Zähigkeit, Zähflüssigkeit, →Viskosität.

Zahl, mathematischer Grundbegriff. Von den natürlichen Z. 1, 2, 3, 4, ... ausgehend, gewinnt man die ganzzahligen Z. (kurz ganzen Z.) ..., -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, ... durch Erfüllen der Forderung, daß die Gleichung $a + x = b$ für beliebige natürl. Z. a und b stets genau eine Lösung haben soll, mit der wie mit einer natürl. Z. gerechnet werden kann: Ist a größer als b , dann nennt man $b - a = -(a - b) = -c$ eine negative Z.; sie gehorcht der Gleichung $-(c) = c$. Auf ähnl. Weise führt man in der Mathematik die im Rechnen als Z.-Verhältnisse oder Brüche bekannten rationalen Z. ein. Sie entspringen der Forderung, für die mit ganzzahligen a, b gebildete Gleichung $a \cdot x = b$ stets dann eine Lösung zu besitzen, wenn a ungleich 0 ist. Die rationalen Z. lassen sich als endliche oder periodische →Dezimalbrüche schreiben. Nimmt man noch alle beliebigen unendlichen Dezimalbrüche hinzu, so erhält man die reellen Z., unter denen die nicht rationalen als irrational bezeichnet werden. Alle rationalen und diejenigen irrationalen Z., die man als Lösungen algebraischer Gleichungen definieren kann (z. B.

die Wurzelausdrücke $\sqrt{2}, \sqrt[3]{3}$), heißen algebraisch; die restl. reellen Z. nennt man transzendent (z. B. die Basis der natürl. Logarithmen $e = 2,71828...$, die Kreiszahl $\pi = 3,14159...$). Da noch nicht jede quadratische Gleichung mit reellen Koeffizienten eine reelle Z. als Lösung besitzt, z. B. $x^2 + 1 = 0$, so erweitert man die reellen Z. durch Einbeziehung (Adjunktion) des Symbols $\sqrt{-1} = i$ zu den komplexen Zahlen. Über die Erweiterung des Z.-Bereichs über die komplexen Z. hinaus →hyperkomplexes System.

Die Mengenlehre (→Menge) gestattet ein Rechnen mit unendlichen (transfiniten) Z. Zwei Mengen haben die gleiche →Kardinalzahl, wenn sie die gleiche Mächtigkeit haben. Die →Ordinalzahlen haben etwas mit der Ordnung der Elemente einer Menge zu tun.

Die realistische Auffassung, nach der die Eins ein reales Substrat haben müsse, wird heute abgelehnt; Restriktion der Mathematik auf Erfahrung ist nur

als Anwendung denkbar. Auch der Versuch des Logizismus, die natürlichen Z. nicht vorauszusetzen, sondern aus der allgemeinen Mengenlehre, also aus logischen Grundsätzen abzuleiten, blieb problematisch. Demgegenüber halten Neukantianismus, Formalismus und Intuitionismus an der Voraussetzung der natürlichen Z. fest und suchen diese unabhängig von der Erfahrung zu begründen.

H. v. MANGOLDT und K. KNOPP: Einführung in die höhere Mathematik, 1 (¹¹1958), 2 (¹⁰1956).

Zahlentheorie, Arithmetik, die Lehre von den multiplikativen und additiven Zerlegungen der ganzzahligen Zahlen und damit insbes. die Lehre von den Primzahlen. Man unterscheidet die elementare Z. von der analytischen Z., wobei diese sich der Hilfsmittel der →Analysis, vor allem der →Funktionentheorie bedient. — Auch in algebraischen Zahlkörpern kann man gewisse Zahlen als „ganz“ auszeichnen und gelangt dann wieder zu einer Z., in der an die Stelle der Primzahlen die Primideale treten, die in der Algebra eine grundlegende Rolle spielen.

E. HECKE: Theorie der algebr. Zahlen (¹1955); A. SCHOLZ-B. SCHOENBERG: Einf. in die Z. (¹1961).

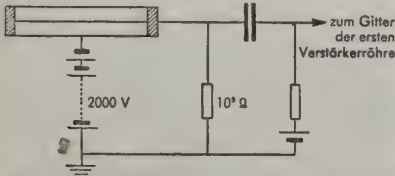
Zähler, 1) MATHEMATIK: →Bruch.

2) **Zählwerk**, Gerät zum Ermitteln fortschreitender Stückzahlen, Längen, Verbrauch bei Arbeitsprozessen, z. B. Windungszahl beim Spulnwickeln, zurückgelegte Wegstrecke (Schritt-Z., Kilometer-Z.), Strom-, Gas-, Wasserverbrauch (→Elektrizitätszähler, →Wasserszähler). Dezimale Zählwerke enthalten hintereinandergeschaltete Zahlenscheiben oder Zahlenrollen, die mit Zahnrädern oder ähnl. Übertragungselementen derart ineinandergreifen, daß eine volle Umdrehung der einen eine Zehnteldrehung der folgenden Scheibe oder Rolle veranlaßt. Bei Zählwerken mit kontinuierl. Weiterschaltung laufen alle Zahlenscheiben oder Zeiger gleichzeitig, bei Z. mit springenden Rollen springen die Ziffern, sobald die vorhergehende Rolle eine volle Umdrehung gemacht hat.

Zur Zählung hin- und hergehender Bewegungen verwendet man durch einen Hebel angetriebene Hub-Z. Die Umdrehungs-Z. werden durch eine Welle angetrieben, die mit dem zu zählenden Vorgang gekuppelt werden muß. →elektronischer Zähler.

Zählmaß, Stückmaß, Maßeinheit für Güter, die nach der Stückzahl verkauft werden (*Zählgut, Stückgut*), z.B. Dutzend, Mandel, Schock.

Zählrohr, ein von GEIGER und MÜLLER 1928 erfundenes Gerät zum Nachweis und zur Zählung einzelner Teilchen, wie Elektronen, Gammaquanten oder Mesonen; meist mit Argon gefülltes dünnwandiges Metallrohr, in dem ein dünner Draht isoliert aufgespannt und an eine hohe positive Spannung (etwa 1000 V) angeschlossen ist. Gelangt ein Teilchen in das Z., so bildet es durch Ionisation Elektronen, die sich im Feld in der Nähe des Zählrohrrahmens durch Stoßionisation lawinenartig vermehren, so daß ein kräftiger Stromstoß entsteht. Bei verhältnismäßig niedrigen Spannungen arbeitet das



Zählrohr: Schaltung eines Geiger-Müllerschen Zählrohrs (nach Finkelnburg, Einführung in die Atomphysik)

Z. als **Proportionalzähler**, der je nach Stromstärke verschiedene Teilchensorten zu unterscheiden gestattet. Bei hohen Spannungen werden auch schwach ionisierende Teilchen registriert, doch ist eine Unterscheidung verschiedenartiger Teilchen nicht mehr möglich (*Auslösezähler*).

Der früher verwendete, ebenfalls von GEIGER (1913) angegebene **Spitzenzähler** unterscheidet sich vom Z. nur dadurch, daß er statt des Zählrohres eine nur auf der einen Seite befestigte Nadel oder einen steifen Draht mit einer kleinen Kugel am freien Ende enthält.

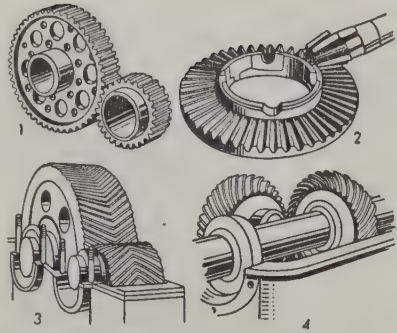
Auch Neutronen können mit Z. nachgewiesen werden, obwohl sie, da ungeladen, nicht ionisieren. Man füllt dazu das Z. mit gasförmigem BF_3 , in dem die Neutronen durch eine Kernreaktion α -Teilchen erzeugen, auf die das Z. anspricht (*Neutronen-Z.*).

Z. werden in physikal. Laboratorien und zunehmend insbes. für den $\rightarrow$ Strahlenschutz verwendet. Dabei verstärkt und zählt man die Stromstöße mit besonderen *Strahlungsmeßgeräten*, die meist aus 1 bis 6 hintereinandergeschalteten $\rightarrow$ elektronischen Zählern mit dekadischer Zählweise und im Bedarfsfall einem nachgeschalteten elektromechan. Zähler bestehen. Mit hochauflösenden Strahlungsmeßgeräten, die von der Industrie als transportable oder ortsfeste Anlagen hergestellt werden, lassen sich auch Stromstöße im Abstand von $0,8 \mu s$ ($0,0000008 s$) noch mit Sicherheit registrieren.

E. FÜNFER u. H. NEUERT: Z. und Szintillationszähler (1959).

Zählrohrteleskop, $\rightarrow$ Koinzidenzmethode.

Zahnrad, ein an seinem Umfang kammartig mit Zähnen versehenes Maschinenelement zur Übertragung einer Drehbewegung in einem bestimmten Übersetzungsverhältnis von einer Welle auf eine andere. *Stirnräder* dienen zur Bewegungsübertragung zwischen parallelen Wellen, *Kegelräder* zwischen beliebig zueinander geneigten oder gegeneinander versetzten Wellen, *Schrauben-* und *Schneckenräder* zwischen sich kreuzenden Wellen. Die Zähne können gerade, schräg oder pfeilförmig, bei Kegelrädern auch bogenförmig sein. Die Begrenzungskurve der Zahnflanken ist meist eine Evolute ($\rightarrow$ Evolute), in Sonderfällen auch eine Zykloide (*Evolutenverzahnung, Zykloidenverzahnung*). Oft werden kleine Z., *Ritzel*, mit der Welle aus einem Stück gearbeitet. Auf dem Wälzkreis wird die Zahnteilung (*Teilung*), als Abstand zwischen zwei gleichsinnigen Zahnflanken, gemessen. Die Teilung t wird meist als ganzzahliges Vielfaches von π gewählt, also $t = m \cdot \pi$, wobei m als *Modul* der Teilung bezeich-



Zahnrad: 1 Stirnräder, **2** Kegelräder mit Geradverzahnung, **3** Pfeilräder, **4** bogenverzahnte Kegelräder.

net wird. Der Modul gibt also auch das Verhältnis des Teilkreisdurchmessers zur Zähnezahl an. Z. werden hergestellt durch Fräsen, Hobeln, Schleifen, Stoßen.

Zahnradbahn, $\rightarrow$ Bergbahnen.

Zahnradgetriebe, Form der $\rightarrow$ Rädergetriebe zur zwangsläufigen Übertragung von Drehungen und Momenten zwischen Wellen. Die Übersetzung, d. i. das Verhältnis der Winkelgeschwindigkeiten von An- und Abtrieb, ist dem Verhältnis der Drehzahlen direkt, dem der Zähnezahlen umgekehrt proportional. Die in einer Stufe erreichbaren Übersetzungen sind bei Stirnradgetrieben etwa 1:8, bei Schneckenradgetrieben über 1:100. Anwendungen in weiten Gebieten des Maschinenbaus und der Feinwerktechnik. $\rightarrow$ Kraftwagengetriebe.

zähpolen, Teilarbeit der Raffination von Rohkupfer im Schmelzfluß.

Zanella, Futterstoff in Schußatlasbindung.

Zange, Werkzeug mit zwei Backen, die durch Hebelgriff, oft unter zweifacher Hebelwirkung, gegeneinander bewegt werden. Am gebräuchlichsten sind: die *Beiß-* oder *Kneif-Z.*, auch als Schneidwerkzeug, die *Rund-Z.* zum Rundbiegen von Draht und Blech, die *Loch-Z.* mit kleinem Lochstempel und Matrize oder mit kleinem Lochmesser, die *Kombinations-Z.* als Flach- und Rohrzange mit Drahtschere und Seitenschneider, auch mit isolierten Griffen für Arbeiten an unter Spannung stehenden elektrischen Leitungen.

zängen, zwängen, quetschen, erster Arbeitsgang nach Erschmelzung der Puddelstahl-Luppe ($\rightarrow$ Stahl) unter dem Schmiedehammer oder im *Zängewalzwerk* (*Quetsche*) zum Verdichten oder Verschweißen der Luppe und Herausquetschen der eingeschlossenen Schlacke.

Zapfen, 1) BAUFACH: eine Holzverbindung.

2) MASCHINENBAU: diejenigen Teile von Achsen und Wellen, mit denen diese gelagert werden. Sie sind als Umdrehungskörper (Zylinder, Kegel, Kugel) ausgebildet.

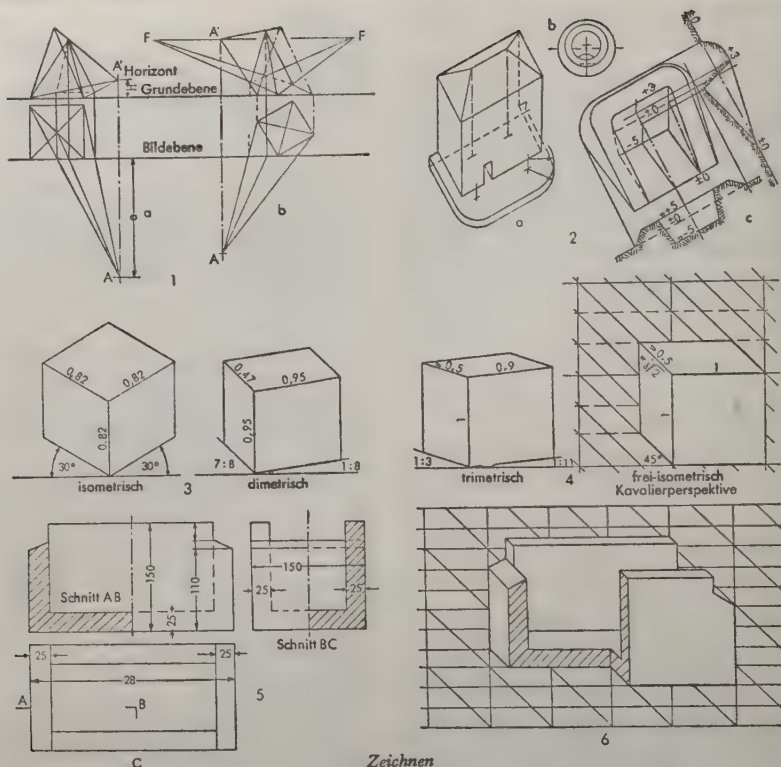
Zapfwelle, über das Lager hinausragendes Ende einer Welle, von dem aus, bes. bei Schleppern, Geräte angetrieben werden können.

Zap-Klappe, die $\rightarrow$ Spreizklappe.

Zarge, 1) BAUTECHNIK: die rahmenartige Einfassung an Türen und Fenstern.

2) KARTONAGENHERSTELLUNG: die Seitenwände für Schachteln, die aus einem losen Z.-Rahmen und einer Bodenscheibe hergestellt werden (z.B. Zigarettenschachteln).

Zäsium, Cs, chem. Element aus der Gruppe der $\rightarrow$ Alkalimetalle; Ordnungszahl 55, Massenzahl 133 (Isotope werden vermutet), Atomgewicht 132,905; Schmelzpunkt $28,2^\circ C$, Siedepunkt $690^\circ C$, Dichte $1,90 g/cm^3$. Z. kommt nur in Verbindungen vor. Das wichtigste Z.-Mineral ist *Pollucit* (30% Z.; auf Elba und in Maine, USA). Der sehr teure Stoff wird in Photozellen verwendet, unter Ausnutzung des bei



Zeichnen

Z. bereits mit sichtbarem Licht erzielbaren → lichtelektrischen Effekte. Auf den Pflanzenwuchs wirkt das Z. ebenso wie das (auch sonst sehr ähnliche) → Rubidium ein. Z.-Hydroxid, CsOH , ist die stärkste bisher bekannte Base.

Zechstein, → Erdgeschichte. Die Schichtfolge des Z. umfaßt in Dtl. als ausgedehnte Lagerstätten des Kupferschieferflöz im unteren Z. und die Salzfolge mit Steinsalz- und Kalisalzlagern im höheren Z.

Zedernholzöl, äther. Öl aus dem Holz von *Juniperus virginiana*, wird vor allem für die Seifenparfümierung, eingedickt auch als Immersionsöl in der Mikroskopie verwendet. *Zedernblätteröl* stammt meist aus den Blättern von *Thuja occidentalis*.

Zedroöl, äther. Öl aus den Fruchtschalen der Zitrusfrucht *Citrus medica*, wird im Handel mit Zitronen- und Orangenöl vermischt.

Zeeman-Effekt, die Aufspaltung der Spektrallinien von Atomen und Molekülen im Magnetfeld, benannt nach dem niederländ. Physiker PIETER ZEEMAN (* 1865, † 1943, Prof. in Amsterdam, 1902 Nobelpreis). Einfache Linien spalten bei Beobachtung in Richtung des Magnetfeldes in zwei entgegengesetzt zirkular-polarisierte Linien auf, bei Beobachtung senkrecht dazu in drei Linien, von denen die mittlere in Feldrichtung, die äußeren senkrecht dazu linear polarisiert sind. Multipletts (→ Spektrallinie) spalten in verwickelter Weise auf (anomaler Z.); bei hoher Feldstärke vereinigen sich bestimmte Linien, so daß wieder das Bild des normalen Z. entsteht (*Paschen-Back-Effekt*). Die Ursache des Z. ist die Richtungsquantelung der Atome im Magnetfeld.

W. FINKELNBURG: Einführung in die Atomphysik (1919).

Zefir, *Zephir*, 1) feinfädiger längsgestreifter Hem-

denstoff aus merzerisierter Baumwolle; 2) feiner Musselin aus Wollkammgarn.

Zeichenerkennung. Bei der Informationsverarbeitung müssen vielfach die gleichen Schriftzeichen sowohl vom Menschen als auch von der Maschine gelesen und erkannt werden können. Z. B. dienen *Lesemaschinen* (Zeichenleser, Schriftlesegeräte) bei datenverarbeitenden Anlagen in Banken als Eingabegeräte, um von Belegen, Schecks usw. mit Klarschrift eingetragene Zahlen (Kontostände, Geldbeträge) abzulesen. Beim *optischen Zeichenleser* bildet eine Linse das einzelne Zeichen auf ein Rechteckfeld aus 10 bis einigen 100 Photozellen ab, oder ein Lichtstrahl überstreicht die Bildelemente des Schriftfeldes. Zur Z. wird die gefundene Helligkeitsverteilung auf kennzeichnende Teilgruppen hin untersucht. – Beim *magnet. Zeichenleser* sind die Zeichen mit magnetisierbarer Farbe gedruckt, die Abtastung geschieht ähnlich wie beim Magnettonverfahren. Der magnet. Zeichenleser ist weniger empfindlich gegen Verschmutzung, der optische läßt gewisse Abstandsschwankungen zwischen Papier und Lesekopf zu. – Handelsübliche opt. und magnet. Zeichenleser für kaufmännische Anwendungen erkennen Ziffern und einige Sonderzeichen in festgelegter Form mit einer Geschwindigkeit bis etwa 1000 Zeichen je s. Fortentwicklungen mit mehreren Schriftarten sind z. B. für die Postautomatisierung (Erkennen von Postleitzahlen) erforderlich. Das vollständige Alphabet wird bei Übersetzungsmaschinen und Blindenlesegeräten gebraucht.

Zeichenmaschine, → technisches Zeichnen.

Zeichnen, das Darstellen von Linien, Flächen und Körpern mit Blei- oder Farbstift, Tinte oder Tusche als *Zeichnung*. Gezeichnet wird auf radier-

festem, holzfreiem, geleimtem Papier im Block oder auf dem Reißbrett.

Für das →technische Zeichnen benutzt man, um Parallelen, Winkel (90°, 45°, 60°, 30°) usw. zu zeichnen, die *Reißschiene* und die beiden Dreiecke, um beliebige Winkelgrößen anzutragen den *Winkelmesser (Transporteur)*. Ein *Reißzeug* (→Reißfeder) enthält die übrigen wichtigsten Zeichenhilfsmittel.

Die *Zentralperspektive* (BILD 1) bezweckt eine räumliche Darstellung, wie sie das Auge in der Natur sieht. Man zeichnet die Gegenstände im Aufriß über der Grundebene und im Grundriß hinter der Bildebene; dann verbindet man die Ecken oder die einprägsamen Punkte des Körpers mit den Augenpunkten *A* und *A'* und erhält hierbei die Durchstoßpunkte in der Projektion der Bildebene. Von diesen aus zieht man Senkrechte bis zum Schnitt mit den entsprechenden Sehlinien, die von *A'* ausgehen. In diesen Kreuzungsstellen liegen die gesuchten Eckpunkte des Körpers. Verlängert man die Grundlinien des so perspektivisch dargestellten Körpers nach oben, so erhält man links und rechts Schnittpunkte, die Fluchtpunkte *F*; sie liegen wie der Augenpunkt *A'* auf dem „Horizont“.

Die *Vogelperspektive* vermittelt den räuml. Anblick aus der Höhe. Der Grundriß wird maßstäblich und unverzerrt gezeichnet; ebenso werden die Höhen aufgetragen (BILD 2).

Die *Parallelperspektive* ist die schiefe Parallelprojektion auf eine lotrechte Bildebene. Damit der (in BILD 3 und 4 dargestellte) Würfel in allen vier Figuren gleich groß erscheint, sind die aus den angegebenen Kantenlängen ersichtlichen Verkürzungsverhältnisse 1:0,82, 1:0,95 usw. zu beachten. Alle Fluchtlinien laufen parallel; dadurch ist diese Darstellung wesentlich einfacher als die der Zentralperspektive, sie wirkt aber unnatürlicher, weil die hinteren Kanten zu lang erscheinen.

Die *orthogonale* (d. h. rechtwinklige) *Projektion* (BILD 5), auch *Elementarprojektion* genannt, stellt im Aufriß, Grundriß und Seitenriß alle Gegenstände meßbar dar und ist für Zeichnungen geeignet, nach denen gearbeitet wird. Als einfaches Beispiel ist ein kastenförmiger Körper gewählt. Zur Veranschaulichung der inneren Gestaltung ist im Grundriß ein gedachter Schnitt *ABC* so angegeben, als wäre ein Viertel des Gegenstandes herausgesägt; dementsprechend sind in der linken Hälfte des Aufrisses die Seitenwand und der Boden sowie in der rechten Hälfte des Seitenrisses die Längswand und der Boden, also die vom Schnitt getrennten Flächen, schraffiert. BILD 6 zeigt dazu denselben Kasten mit dem gedachten Ausschnitt in der *Kavalierperspektive*.

Zeilensprungverfahren, → Fernsehen.

Zeit, die Abfolge des Geschehens, die wir als Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft am Entstehen und Vergehen der Dinge erfahren. Das *Zeiterlebnis* (*Zeitbewußtsein*) ist von der *Z.* im *physikal. Sinne* zu unterscheiden. Nach KANT ist die *Z.* eine vor aller Erfahrung (*a priori*) liegende formale Bedingung aller Erscheinungen überhaupt.

Durch die →Relativitätstheorie ist klargestellt worden, daß die physikal. Grundgesetze eine enge Analogie zwischen *Z.*- und Raumkoordinaten zeigen und weitgehend in bezug auf die *Z.* und jede der drei Raumrichtungen symmetrisch sind. Jedoch behält trotzdem die *Z.* eine Sonderstellung im Sinne einer grundlegenden Verschiedenheit der positiven und der negativen Zeitrichtung; die thermodynamisch-statistischen Gesetze großer Kollektive von Atomen sind in bezug auf beide Zeitrichtungen unsymmetrisch, da mit positiv fortschreitender *Z.* sich die Vermehrung der *Entropie*, der Ablauf *irreversibler* Vorgänge vollzieht.

Die *MESSUNG* der *Z.* bedient sich der *Uhren*. Sie knüpft an die durch die Erdbewegung gegebenen Zeitmaße an. Auch die Zeitmessung durch Pendeluhren bedarf laufender Kontrolle und Korrektur durch astronom. Beobachtung. Neuerdings hat man die sehr schnellen und genauen Schwingungen elektrisch angeregter Quarzkristalle, darüber hinaus-

gehend die Molekülschwingungen des Ammoniakgases als Grundlage einer verbesserten Zeitmessung genommen (→Atomuhr). Der jahreszeitl. Rhythmus (period. Sedimentbildung, Jahresringe alter Bäume) hat Möglichkeiten gegeben, für die letzten 25000 Jahre der Vergangenheit eine Datierung der Ereignisse durchzuführen. Ähnlich weit zurück reicht die Zeitmessung durch die →Radiokarbonmethode. Viel größere geolog. Zeitdauern werden dagegen an Hand von Gesteinen gemessen, die radioaktive Substanzen enthalten, vor allem Uran: Dieses verwandelt sich in einem unabänderlichen Tempo allmählich in Blei, so daß das Alter eines Uranminerals an seinem Bleigehalt abgelesen werden kann. Das Gesamtalter der festen Erdkruste kann zu 4,5 Mia Jahren bestimmt werden. Neuerdings rechnet man mit der Möglichkeit, daß die *Z.* nach rückwärts nur bis zu einem jetzt etwa 13 Milliarden Jahre zurückliegenden echten *Zeitanfang* reicht.

ASTRONOMISCHE ZEITMESSUNG. Die Stellung der Sonne gibt die *wahre Sonnenzeit* an. Wegen der ungleichmäßigen Geschwindigkeit der Sonne in der Ekliptik ist die *wahre Sonnenzeit* kein konstantes Zeitmaß, Man definiert deshalb eine mit konstanter Geschwindigkeit bewegte „mittlere Sonne“, die das konstante Zeitmaß der *mittleren Sonnenzeit* gibt. Der Unterschied zwischen mittlerer und wahrer Sonnenzeit ist die *Zeitgleichung*. Um den 10. Febr. beträgt sie +14 min 28 s, um den 3. Nov. -16 min 21 s. Die astronom. Einheit der *Z.*-Messung ist der →Tag, eingeteilt in 24 Stunden, von Mitternacht bis Mitternacht. 1 Stunde (h) hat 60 min; 1 min 60 s. Zur genauen Zeitbestimmung beobachtet man durch ein im Meridian eines Ortes aufgestelltes Fernrohr (Meridianinstrument), wann bestimmte Sterne durch einen im Fernrohr angebrachten Faden hindurchgehen. →Sternzeit, →Ephemeridenzeit.

Zur Vereinfachung hat man für das prakt. Leben die Erde in durchschnittl. 15° breite Zonen eingeteilt, in denen jeweils die gleiche Zeit gilt, die *Zonenzeit*. Diese Zonen haben einen Zeitunterschied von jeweils 1 Stunde. Für Deutschland und die übrigen mitteleurop. Länder gilt die *mitteleuropäische Z.* (MEZ), d. h. die Zeit des 15. Längengrades östl. von Greenwich. Die *westeuropäische Z.* (WEZ) nach dem Längengrad von Greenwich gilt in Großbritannien, Frankreich, Belgien, Spanien, Portugal; die *osteuropäische Z.* (OEZ) nach dem 30. Längengrad östl. von Greenwich in Rumänien, Griechenland, Türkei, Ägypten, westl. Sowjetunion. Die →Weltzeit ist die mittlere Sonnenzeit von Greenwich; nach ihr werden die astronom. Ereignisse festgelegt. Eine Uhr, die gleichzeitig die an verschiedenen Orten der Erde gültige Zeit angibt, ist die →Weltzeituhr.

Zeitanlage-Gerät, übernimmt dem Fernsprecher Teilnehmer selbsttätig die richtige Uhrzeit, nachdem er eine bestimmte Rufnummer gewählt hat. Die Stunden-, Minuten- und 10-Sekunden-Ansagen sind auf 3 endlosen Magnettonbändern oder auf 3 verschiedenen Spuren einer Magnettonplatte gespeichert und werden von 3 Wiedergabe-Tonköpfen abgenommen. Nach Ablauf jeder Minute schaltet eine elektrische Normaluhr das Minutenband um eine Ansage weiter. Die ersten *Z.* (1935) arbeiteten nach dem Lichtton-Verfahren mit 16-mm-Schmalfilm-Tonspuren, die auf den Umfang einer rotierenden Trommel kopiert waren und durch Lichtspalt und Photozelle im Reflexverfahren abgetastet wurden.

Zeitdehner, eine Filmaufnahmekamera, mit der hohe Bildzahlen/s aufgenommen werden können, wobei der Film nicht ruckweise, sondern kontinuierlich läuft; das vom Objektiv entworfene Bild wird durch zwischen Objektiv und Film laufende Vielkantprismen oder Linsenkränze über die Bildhöhe mitgeführt (opt. Ausgleich). Bei sehr hohen Bildzahlen wird die Bildhöhe verkleinert. Bei der Wiedergabe des Films mit normaler Geschwindigkeit scheint der zeitl. Ablauf auseinandergezogen.

Zeitdehngrenze, die im →Standversuch nach

Zeitdilatation – Zellstoff

DIN 50118 ermittelte Zeit, nach der bei konstanter Lastwirkung bei gleichbleibender Temperatur eine bestimmte bleibende → Dehnung auftritt, dargestellt als *Zeitdehnlinie*.

Zeitdilatation, eine Folgerung aus der speziellen → Relativitätstheorie, die darin besteht, daß der Gang einer bewegten Uhr für ruhende Beobachter langsamer ist als für den mit der Uhr mitbewegten Beobachter: für den bewegten Beobachter vergeht die Zeit langsamer als für den ruhenden. Die Z. wird jedoch erst merklich für sehr große (mit der Lichtgeschwindigkeit vergleichbare) Geschwindigkeiten. Sie wurde durch Messung der Lebensdauern von Mesonen aus der kosmischen Ultrastrahlung experimentell bestätigt.

Zeitfestigkeit, Zeitstandfestigkeit, die im Zeitstandversuch (→ Standversuch) ermittelte Festigkeit.

Zeitgleichung, → Zeit.

Zeitkonstante, ELEKTROTECHNIK: das Produkt RC von Widerstand R und Kapazität C oder Quotient R/L von Widerstand R und Induktivität L , ist z. B. bei der Aufladung eines Kondensators über einen Widerstand die Zeit in s, die erforderlich wäre, um den Kondensator mit dem anfänglichen Stromanstieg aufzuladen. Bei Entladung ist die Z. die Zeit, in der die Kondensatorspannung auf den e-ten Teil (37 %) abgesunken ist.

Zeitraffer, Filmaufnahmeapparat, mit der langsam verlaufende Vorgänge mit geringen Bildzahlen in der Sekunde aufgenommen werden. Der entstehende Film wird mit normaler Bildzahl (24 Bilder/s) vorgeführt, wodurch der zeitliche Ablauf des Vorganges „gerafft“ wird. Der Z. wird vor allem für Kulturfilm und für wissenschaftliche Zwecke benutzt (z. B. Wachstumsvorgänge).

Zeitschalter, eine → Schaltuhr.

Zeitschreiber, ein elektrisches → Registriergerät zum selbsttätigen Aufzeichnen der Dauer eines Arbeitsvorganges.

Zeitwaage, Gerät zur Überprüfung und raschen Regulierung der Ganggenauigkeit von insbes. Taschen- und Armbanduhren durch Vergleich mit einer Normaluhr (Quarzuhr). Das elektrisch verstärkte Tickgeräusch der zu prüfenden Uhr und die Normaluhr steuern gemeinsam eine Anzeige (Stroboskop) oder Schreibeinrichtung, die Abweichungen und bei aufgezeichneten Kurven Fehler in der Hemmung und im Räderwerk erkennen läßt.

Zeitzeichen, ein von einzelnen Funksendern zu bestimmten Stunden ausgestrahltes System von Morsezeichen, die von einer astronomisch kontrollierten Hauptuhr gesteuert werden. In der Bundesrep. Dtl. wird das *Internationale Z.* des Dt. Hydrograph. Instituts für die Seefahrt täglich um 1 und 13 Uhr MEZ von den dt. Küstenfunkstellen auf 6 verschiedenen Frequenzen (125 bis 16978,4 kHz) ausgestrahlt. Verschiedene Rundfunktaster strahlen ein in der 59. Minute beginnendes *Kurz-Z.* aus, dessen letzter Punkt oder Strich mit der 0. s der neuen Stunde beginnt.

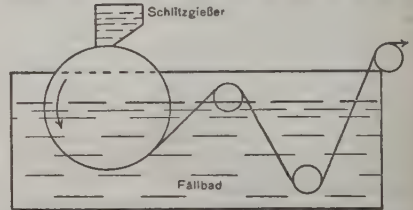
Für wissenschaftl. Zwecke dienen die *Koinzidenz-Z.*, die den Gang einer Uhr auf $1/100$ s genau zu beobachten gestatten.

In der DDR wird

das wissenschaftl. Z. vom Geodätischen Institut Potsdam der Dt. Akademie der Wissenschaften gegeben und von sämtl. Rundfunksendern übertragen.

Zelle, 1) ELEKTROTECHNIK: das einzelne Element einer Akku-Batterie. Der Z.-Schalter dient zum Konstanthalten der Klemmenspannung einer Batterie während der Entladung oder bei wechselnder Belastung: eine oder mehrere Z. werden von Hand oder selbsttätig zu- oder abgeschaltet.

2) FLUGZEUGBAU: der Rumpf eines → Flugzeugs. **Zellglas**, dünne, glasklare oder gefärbte Folien aus Hydratzellulose; sie werden hauptsächlich aus Viskose hergestellt, die durch einen engen Schlitz unmittelbar in ein Fällbad, meist eine Mischung von Schwefelsäure und Natriumsulfat, oder auf den oberen Teil einer sich im Fällbad drehenden, etwa



Zellglas: Herstellung von Filmen (Folien) nach Wolf & Co.

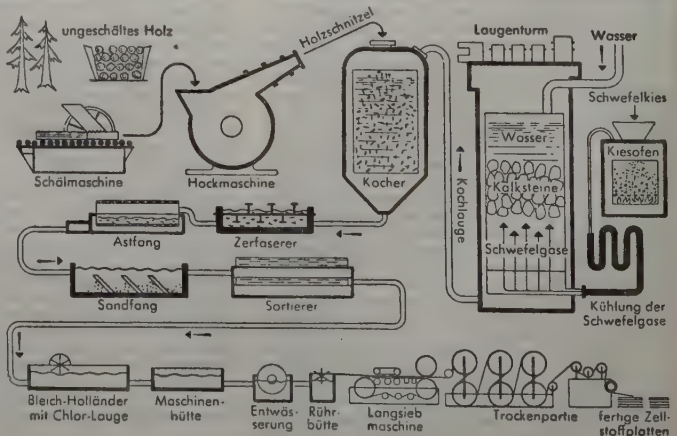
zur Hälfte eintauchenden Walze gedrückt wird. Die dabei entstehende dünne Bahn wird um Transportwalzen durch Reinigungsbäder geführt und getrocknet. Verwendung bes. für Verpackungszwecke, z. B. Cellophan (Handelsname).

Zellgummi, mit Hilfe von Blähmitteln geschäumte Gummi- oder Latexmischung, die nach der Vulkanisation in sich geschlossene Zellen aufweist. Sind diese nur sehr klein, so spricht man von *Moosgummi*.

Zellobiose, Zuckerart, Baustein der → Zellulose.

Zellstoff, Hauptbestandteil der pflanzl. Zellwände, besteht im wesentl. aus Makromolekülen der Formel $(C_6H_{10}O_5)_n$ und dient zur Herstellung von Papier, Kunstseide, Zellwolle, Schießpulver, Lacken, Transparentfolien und Zelluloid. Gewonnen wird Z. durch chemische Aufschlüsse aus Laub-, Nadelhölzern, Getreidestroh, Schilf, Espartogras und Begasen (Zuckerrohrabfällen). Reinsten Z. ist → Zellulose.

Beim Sulfat-Verfahren wird das geschälte, klein-



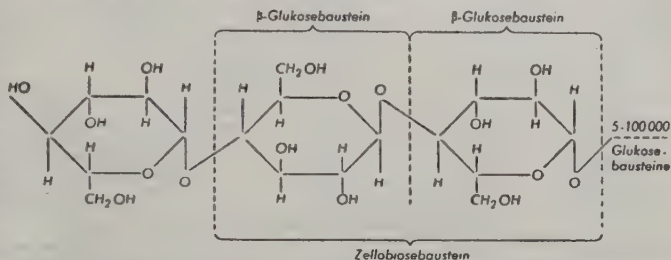
Zellstoff: Schema der Herstellung

gehackte Holz mit Kalzium-Bisulfatlösung in Stahlgefäßen mit 100–350 m³ Inhalt gekocht und dabei durch direkte Dampfeinleitung bei Endtemperaturen von 140° C (Ritter-Kellner-Verfahren) oder durch indirekte Dampfeinleitung bei 130–135° C (Mitscherlich-Verfahren) in 10–16 Stunden aufgeschlossen. Aus den vergärbaren Zuckern der Sulfitablage von Nadelhölzern werden Alkohole (→ Holzverzuckerung), Gerbstoffe, → Hefe, Arzneimittel und Vanillin hergestellt. Der beim Salpetersäure-Aufschluß mit 5%iger Säure gewonnene Z. eignet sich besonders zur Herstellung von Kunstseide. Beim Natron-Verfahren wird das Holz mit einer 6–8%igen Natronlauge, der etwas Soda zugesetzt wird, aufgeschlossen. Das Sulfat-Verfahren arbeitet mit Ätznatron und Natriumsulfat; es ist geeignet für harzreiche Hölzer und alle Abfälle aus Sägewerken; Kochdauer 6 Stunden bei 8 atü. Bei Kiefernholz wird durch Kondensation der Abgabe Terpinolöl gewonnen, aus der Ablauge → Tallöl. In kleinen, drehbaren Kochern wird nach dem Sulfat- oder Sulfatverfahren Z. aus Getreidestroh, Espartogras und Begasse hergestellt; Ausbeute etwa 50%. Das neuere Natron-Chlor-Verfahren, nach dem Erfinder Pomilio-Verfahren genannt, hat sich für den Aufschluß von Getreidestroh durchgesetzt. Nach dem Semi-Chemical-Verfahren werden ausschließlich Laubhölzer wie Birke, Aspe, Ahorn und Kastanie verarbeitet. Die in Laubhölzern reichlich vorhandenen Hemizellulosen werden dabei nicht herausgelöst, weil sie einen im Papier brauchbaren Bestandteil darstellen; dadurch Ausbeuten von 65 bis 85 % und hohe Festigkeiten. Ungebleichter Halb-Z. eignet sich gut zur Herstellung von Wellpappe und Karton. Z. für Feinpapier und Kunstseide wird in mehreren Stufen mit Kalziumhypochlorit, Chlorwasser, Chlorgas, Natriumchlorit oder Wasserstoffperoxid gebleicht.

Die Welterzeugung betrug 1961: 43,46 Mio t. Haupterzeugungsländer (in Mio t): Vereinigte Staaten 19,1, Kanada 4,9, Schweden 3,9, Finnland 2,93, Japan 2,7, Bundesrepublik Deutschland 0,82.

Zellulasen, zelluloseabbauende Enzyme. **Zelluloid**, einer der ältesten Kunststoffe (HYATT 1869). Zur Herstellung wird niedrig nitrirte Zellulose (Kollodiumwolle) mit Kampfer als Weichmacher unter Zusatz von Stabilisatoren in Knetmaschinen innig gemischt und zu Platten ausgewalzt, die man zu Blöcken verpreßt. Z. läßt sich sowohl in der Wärme unter Druck gut verformen als auch spanabhebend bearbeiten. In Azeton ist es leicht löslich. Ausgedehnte Verwendung zur Herstellung von Filmen, Kämmen, Griffen, Spielzeug usw. Als Hauptnachteil des Z. gilt die leichte Entflammbarkeit, weshalb z. B. für Filme vielfach → Cellon an Stelle des Z. tritt.

Zellulose, makromolekulare organische Verbindung vom Aufbau:



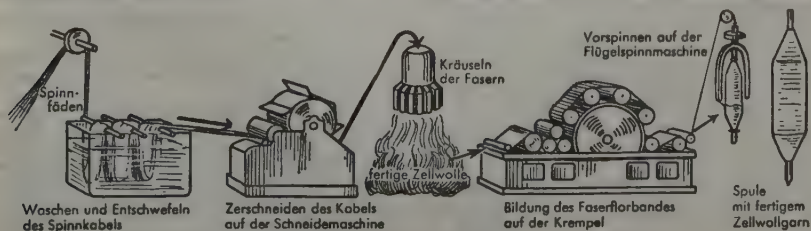
Die Z. gehört zu den Kohlenhydraten und bildet als weitaus häufigste organ. Verbindung die Gerüstsubstanz fast aller pflanzl. Zellmembranen; im Tierreich ist sie sehr selten. Der Gesamtbestand an Z. in der Natur wird heute auf 660 Mia t geschätzt. Starke Säuren, aber auch Enzyme, wie z. B. Zellulase, spalten Z. in Glukose (Traubenzucker, → Holzverzuckerung), weniger aggressive Substanzen in Zellulose, eine Zuckerart, die sich aus 2 β -Glukosebausteinen aufbaut.

Die natürliche Z.-Faser weist kristalline Strukturbereiche auf und besteht aus vielen Bündeln langer Ketten mit bis zu 100.000 Glukosebausteinen als Kettenmitgliedern. – Die aus hemizellulosereichen Ausgangsstoffen (z. B. Holz) gewonnene Z. enthält Verunreinigungen und bildet als → Zellstoff die Grundlage des Papiers und vieler Kunststoffe und Kunstfasern.

Z.-Ester sind Verbindungen aus Z. und 1–3 einwertigen Säureresten je Glukoseeinheit. Sie haben in der Lack- und Kunststoffindustrie außerordentliche Bedeutung.

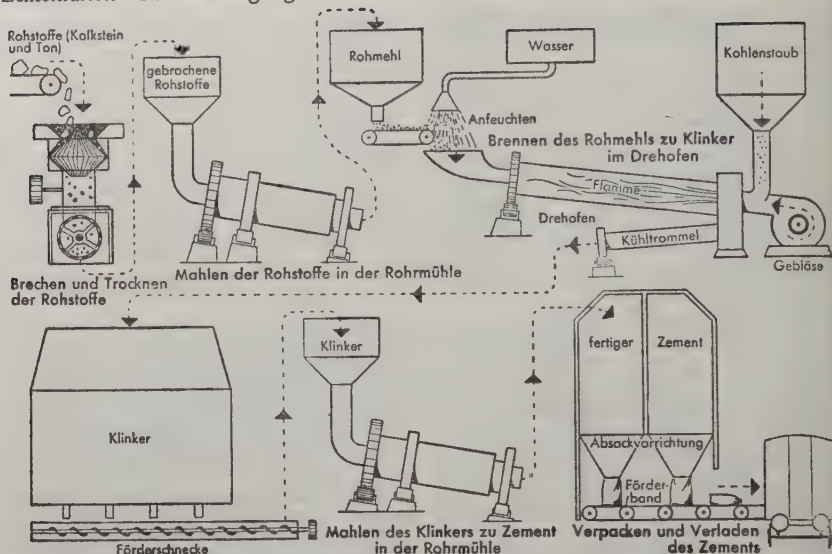
Zellwolle, eine auf Zellulosebasis wie → Reyon nach dem Viskoseverfahren erzeugte Chemiefaser. Die aus den Dusen gepreßten, im Fällbad erstarrten Fäden werden jedoch nicht als endloses Garn aufgespult, sondern der von mehreren Spinnstellen kommende Kabelstrang wird zunächst auf eine bestimmte Stapellänge zerschnitten. Die Flocke wird dann gekräuselt, präpariert, getrocknet, aufgelockert und schließlich entweder für sich allein in Reinverspinnung oder in Mischung mit den Naturfasern zu einem endlosen Gespinnst verarbeitet. Der mechanische Spinnprozeß ist der gleiche wie bei den anderen Spinnstoffen (→ Spinnerei). Feinheit (Titer), Schnittlänge (30–150 mm), Glanzcharakter (glänzend, halbmatt, matt) und Kräuselung der Z. werden bei den B-Typen der Baumwolle und bei den W-Typen der Schafwolle angepaßt. Außerdem werden Spezialtypen (Teppich-Z., Zelljute, spinngefärbte und wasserabweisende Fasern) erzeugt.

Zement, ein pulverförmig gemahlener Baustoff, der mit Sand, Kies und Wasser zu → Mörtel oder → Beton gemischt, nach einiger Zeit an der Luft wie unter Wasser steinhart wird. Hergestellt wird Z. durch Mischen von Kalkstein und Ton in vorgeschriebener Zusammensetzung (Portland-Z.), anschließendem Brennen bis zur Sinterung, Brechen der steinharten Klinker (graugrüne Masse) und Gipssteinzusatz (bis 3%) zur Abbinderegulierung,



Zellwolle: vom Faserkabel über die Flocke zum Zellwollgarn

Zementation – Zentralbewegung



Zement: Schema der Herstellung

sowie Feinmahlung. Das Abbinden und Erhärten des Z. scheint weniger auf kolloidalen Wirkungen als auf Hydratation mit Quellung, langsamer Trocknung (Gel-Erhärtung) und langsamer Auskristallisation zu beruhen.

Natur- oder Roman-Z. besteht aus Mergeln mit portlandzementähnlicher Zusammensetzung, bei **Erz-Z.** ist die Tonerde durch Eisenoxid ersetzt. **Weißer Portland-Z.** besteht aus eisenfreien Rohstoffen. Für **Hütten-Z.** wird den Portlandzementklinkern vor dem Vermaalen basische gekörnte Hochofenschlacke (bis 30 % bei **Eisenportland-Z.** und 31–85 % bei **Hochofen-Z.**) zugesetzt. Der hochwertige **Tonerde-Z., Schmelz-Z., Tonerdeschmelz-Z.** entsteht durch Verschmelzen von Kalk mit Bauxit.

Die Mindestdruckfestigkeiten müssen betragen: für **Handels-Z.** nach 7 Tagen 200 kp/cm², für **hochwertigen Z.** nach 3 Tagen 250 kp/cm², für **höherwertigen Z.** nach 3 Tagen 500 kp/cm².

Z., ein unentbehrlicher Baustoff, wird außerdem verwendet für → Kunststeine und andere Betonzeugnisse. Wasserdichtmachende Zusätze sind Traß und chemische Mittel. Als Zusatz zum Kalkmörtel gibt Z. diesem größere Festigkeit. Z.-gebundene Baustoffe haben eine größere Normalfeuchtigkeit als Ziegel. Z.-Putze schwitzen leicht, Farbansätze haften darauf schlecht, ölfreie Kunstharzansätze haben sich bewährt.

Zementation, METALLURGIE: 1) Abscheidung von Metallen aus Lösungen durch ein in die Lösung eingebrachtes anderes Metall mit größerer Affinität zum Sauerstoff. 2) chem. Veränderung von Metallen, insbes. der Oberfläche durch Erhitzen unterhalb des Schmelzpunkts, z. B. die Aufkohlung von Stahl (Zementstahlherstellung) durch längeres Glühen in einem Kohlenstoff abgebenden Material (Holzkohle, Hornspäne usw.) oder die Z. von Kupfer durch Zinkdampf zur Herstellung von goldgelben Drähten.

Zementit, eine harte Eisen-Kohlenstoff-Verbindung, **Eisenkarbid (Fe₃C).**

Zenerdiode, eine Siliciumdiode (z. B. aus einem Silicium-Einkristall mit einlegiertem Aluminium), die im Sperrgebiet betrieben und dort bei der Durchbruchspannung (z. B. einige Volt) sprunghaft leitfähig wird. Die Lage der Durchbruchspannung ist von der Größe der Dotierung des Halbleiterkörpers abhängig. Die Z. dient wegen der Konstanz der Durchbruchspannung (Zenerspan-

nung) zur Spannungsstabilisierung oder Amplitudenbegrenzung.

Zenit, Scheitelpunkt, der höchste Punkt am Himmel, gerade über dem Haupt des Beobachters (→ Himmel).

Magnetischer Z. ist der Punkt am Himmel, auf den die Inklinationsnadel hinweist.

Zenitdistanz, der zwischen Z. und Gestirn liegende Großkreisbogen; ergänzt die Höhe des Gestirns zu 90°.

Zenitteleskop, ein bei der Polhöhenbestimmung benutztes Instrument zur Bestimmung der Meridian-Zenitdistanzen von Sternen in unmittelbarer Nähe des Zenit. Ein an einer horizontalen Achse befestigtes, mit einem Fadenmikrometer versehenes, etwa 2 m langes Fernrohr wird innerhalb der Meridianebene bewegt und mit Hilfe einer Wasserwaage in die Richtung des Zenit gebracht. Die horizontale Achse mit dem Fernrohr ist am oberen Ende einer kräftigen vertikalen Achse befestigt, um die das ganze Instrument um 180° gedreht werden kann. Dieses „Umlegen“ des Z. wird bei jeder Beobachtung eines Sterns während dessen Durchgang durch das Fadensystem des Mikrometers durchgeführt. Das Mikrometer dient zur Messung der Zenitdistanzen beim Meridiandurchgang. Beim modernen **photographischen Z.** werden die Zenitdistanzen auf der photograph. Platte ausgemessen, wodurch die Genauigkeit erhöht wird. Z. werden zur Überwachung der Polhöhenchwankungen (→ Breite) vom internationalen Breitendienst verwendet.

Zenti-, Centi-, vor Maßeinheiten: $\frac{1}{100}$ (→ metrisches System).

Zentimeter-Gramm-Sekunden-System, das → CGS-System.

Zentner, eine Gewichtseinheit, 1 Z. = 100 Pfund = 50 kg (kp). Handelsüblich ist heute der **Doppel-Z. = 100 kg (kp).**

Zentralbewegung, die Bewegung eines Körpers unter dem Einfluß von auf ein Zentrum gerichteten Kräften. Wenn der Körper senkrecht zur Verbindungslinie zu diesem Zentrum keine Impulskomponente besitzt, so bewegt er sich beschleunigt auf das Zentrum zu. Im anderen Fall überstreicht die Verbindungsstrecke Zentrum-Körper in gleichen Zeiten gleiche Flächen. Dabei hält die aus der → Trägheit des Körpers resultierende **Zentrifugalkraft** der

auf das Zentrum gerichteten **Zentripetalkraft** das Gleichgewicht. Der bekannteste Fall einer Z. ist die durch die Keplerschen Gesetze (→ Kepler) beschriebene Bewegung der Planeten um die Sonne.

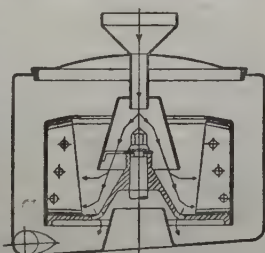
Zentralkräfte, **PHYSIK**: Kräfte, die in Richtung der Verbindungslinien der Massenpunkte eines Systems wirken.

zentrieren, eine Linse so anschleifen oder fassen, daß mechan. und opt. Achse zusammenfallen. Hilfsmittel sind **Fasserbank** oder **Zentrierdorn**.

Zentrierwinkel, **MASCHINENBAU**: Gerät zum → Anreiß von Mittellinien und damit des Mittelpunktes auf der Stirnfläche zylindrischer Werkstücke.

Zentrifugalkraft, **Fliehkraft**, die aus der → Trägheit resultierende Kraft, die die Richtungsänderung der Bewegung eines Körpers zu verhindern sucht. Bei der Rotation eines Massenpunktes mit der Masse m mit konstanter Winkelgeschwindigkeit ω ist die Z. gleich $m r \omega^2$, wenn r den Abstand vom Zentrum der Rotation bezeichnet. Die Z. weist nach außen, entgegen der Richtung zum Zentrum.

Zentrifuge, **Trennschleuder**, Gerät zur Trennung von Stoffen durch Zentrifugalkräfte. In der chem. Technik werden zum Abtrennen von Feststoffen aus Flüssigkeiten **Filtrier-Z.** mit gelochtem Trommelmantel (**Sieb-Z.**), zum Klären von Flüssigkeiten sieblose Schleudern (**Klär-Z.**) und zum Scheiden nicht mischbarer, auch emulgierter Flüssigkeiten **Trenn-Z.** ohne Siebe (**Separatoren**) eingesetzt. Verwendung in der Kali-, Düngemittel-, Sprengstoff-, Kohle-, Erdöl-, Papier- und Zuckerindustrie. Ein besonderer Separator ist die **Milchschleuder**: Auf einer senkrechten Welle, die von einem Motor in rasche Umdrehung versetzt wird (etwa 5000 bis 8000 U/min), sitzen mehrere konische Schleuderableche übereinander. Die Milch tritt von oben her aus einem Sammelbehälter durch die hohle Welle in die Zwischenräume zwischen den Schleuderablechen, gelangt auf die konischen Mäntel und wird dabei infolge der Schleuderkraft getrennt: Die schwere Magermilch wird nach außen geschleudert, während der leichtere Rahm innen bleibt. Magermilch und Rahm fließen gesondert ab.



Zentrifuge: Klär-Zentrifuge.

Eine Z. für analyt. Arbeiten ist die → **Ultrazentrifuge**.

Zentripetalkraft, → **Zentralbewegung**.

zentrisch, im Mittelpunkt befindlich.

Zentrisphäre, der Erdkrn.

Zentrierwinkel, → **Kreis** (BILD).

Zeolithe, eine Gruppe wasserhaltiger Silikatminerale, die beim Erhitzen ihren Wassergehalt ohne Änderung des Kristallgitters ganz oder teilweise abgeben und nachher wieder aufnehmen können. Sie sind meist farblos oder weiß, häufig verzwillingt, wodurch eine höhere Symmetrie vorgetauscht wird, und kommen hauptsächlich in Hohlräumen von Basalten vor. Einige häufigere Z. sind **Chabasit**, $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_{10} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, rhomboedrisch; **Heulandit**, $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_{10} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, **Desmin**, $\text{Ca}_2\text{NaAl}_4\text{Si}_4\text{O}_{20} \cdot 14\text{H}_2\text{O}$, **Skolezit**, $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_{10} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, sämtlich monoklin, und der rhombische, wie Skolezit in radialstrahligen Nadelbüscheln kristallisierte **Natrolith**, $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Zeppelin, Ferdinand, Graf von, * 1838, † 1917, widmete sich seit 1892 seinem Plane, ein Starrluftschiff zu bauen (→ **Luftschiff**) und führte den Bau unter Einsatz eines wesentlichen Teils seines Vermögens durch. 1900 fand die erste Fahrt eines Z.-Luftschiffes (Länge 128 m, Antrieb: 2 Daimler-Motoren von zusammen 29,4 PS) statt.

H. ECKENER: Graf Z. (1938).

Zer, **Cerium**, **Ce**, chemisches Element aus der Gruppe der → **Lanthaniden**, Metall; Ordnungszahl 58, Massenzahlen 140, 142, 138, 136, Atomgewicht 140,12; Schmelzpunkt 775°C, Siedepunkt 1400°C, Dichte 6,8 g/cm³. Die wichtigsten Z.-Mineralien sind der **Zerit** und der **Monazit**. Bei der Verarbeitung des Monazits zur Thoriumgewinnung fallen Verbindungen verschiedener Lanthanide, vor allem des Z., mit an. Diese Metalle werden in Chloride (oder Fluoride) übergeführt und der Schmelzelektrolyse unterworfen. Hierbei bildet sich das **Zer-Mischmetall** (50% Z., 40% Lanthan, 7% Eisen, Rest weitere Lanthanide). Die Abtrennung chemisch reinen Z. aus dieser Legierung ist nur durch umständliche Fällungsreaktionen möglich. Das eisengraue, weiche Metall wird mit Eisen (und meist auch anderen Lanthaniden) zu Feuersteinen für Feuerzeuge (**Zereisen**, **Zeresit**, **Auermetall**) und als Legierungszusatz für Magnesiumlegierungen und sphärolitisches Gußeisen verwendet.

Von den VERBINDUNGEN ist bes. wichtig das Z.-Oxid, CeO_2 . Die Affinität des Z. zum Sauerstoff ist so groß, daß es in einem der → **Aluminothermie** ähnl. Verfahren zur Reduktion von Metalloxiden benutzt wird. Die Entzündungstemperatur der „pyrophoren“ Feuersteinlegierungen ist etwa 155°C, kleine Z.-Splitter fangen an der Luft Feuer. In Thoriumoxid eingelagertes und erhitztes Z.-Oxid (**Z.-Erde**) sendet bevorzugt sichtbares Licht aus. Man verwendet es bei der Herstellung von Gasglühstrümpfen; aus ähnl. Gründen dient das Z.-Fluorid zur Imprägnierung von Bogenlampenkohlen. Aus Z.-Nitrat, $\text{Ce(NO}_3)_3$, das als Sauerstoffträger für (Magnesium-) Blitzlicht verwendet wird, bildet sich Z.-Dioxid, das ebenfalls die Leuchtwirkung verstärkt. Verschiedene Z.-Verbindungen dienen zur Entfärbung von Glasschmelzen.

Zerebroside, **Galaktosidolipide**, neutrale, stickstoffhaltige, phosphorfreie, fettartige Stoffe (Lipide), die bes. in Nerven und Gehirn vorkommen, weiter im Eigelb, aber auch in jeder Zelle. Bestandteile: Sphingosin, Galaktose und Lignozerinsäure. Man kennt bisher vier Z.: **Kerasin**, **Phrenosin**, **Nervon** und **Oxyneron**.

Zeresin, gereinigtes und gebleichtes Erdwachs. Handelsübliche Z. bestehen größtenteils aus Paraffin mit geringer Erdwachsbeimischung. Verwendung für Bohnermassen, Schuhkreme, Lackzusätze, Salbengrundlagen u. a.

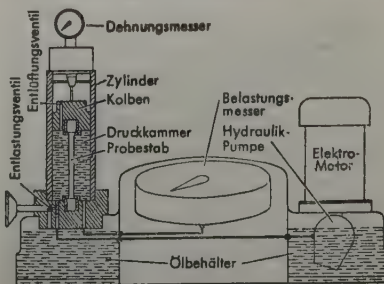
Zerfall, **radioaktiver**, → **Radioaktivität**.

zerfließlich heißen stark hygroroskopische Stoffe, die aus feuchter Luft so viel Wasserdampf anziehen und kondensieren, daß sie sich darin lösen.

Zerhacker, 1) → **Polwechler**. 2) **Chopper**, Gerät zum Zerlegen einer Strahlung in getrennte Impulse, bei Neutronenstrahlen z. B. eine rasch rotierende Blende aus Kadmium.

Zeritmetalle, eine Untergruppe der Seltenen Erden, die die Elemente Lanthan, Zer, Praseodym, Neodym, Samarium, Europium, Thorium umfaßt.

Zerreißmaschine, eine Werkstoffprüfmaschine zur Durchführung des → **Zugversuchs**.



Zerreißmaschine

Zerreiversuch, Reiversuch, bei Festigkeitsprüfung von Textilien und Papier eine Art Zugversuch, in dem die $\rightarrow$ Reißlänge ermittelt wird.

Zerspanung, FERTIGUNGSTECHNIK: das Abnehmen von Werkstoff von einem Werkstück in Form von Spänen mit Hilfe eines Werkzeuges nach den Verfahren der $\rightarrow$ spanabhebenden Formung.

Zerstubungsapparate, Geräte zum Zerstäuben von Flüssigkeiten durch Düsen: a) durch Zusammendrücken eines an den Lufraum des Flüssigkeitsbehälters angeschlossenen Gummiball (z. B. Parfüm-Z.), b) durch Druckgase aus Pumpen oder Kompressoren ($\rightarrow$ Spritzpistole), c) durch eine in den Behälter mit eingefüllte Substanz hohen Dampfdrucks (z. B. Insektizid-Z.). In der chem. Technik werden mit Turbinen angetriebene Zerstäuber bei der Zerstubungskristallisation oder -trocknung verwendet.

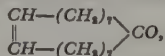
Zerstrahlung, gleichbedeutend mit Paarverrichtung ($\rightarrow$ Paarerzeugung).

Zeugdruck, Textildruck, das Bedrucken von Geweben oder Gewirken mit farbigen Mustern entweder von Hand (*Handdruck*), z. B. mit $\rightarrow$ Modellen (*Modelldruck*), Siebschablonen ($\rightarrow$ Siebdruck), Metallschablonen (*Spritzdruck, Lackdruck*) oder auf maschinellen Wege (*Maschinendruck*). Hier unterscheidet man *Perrotinedruck* (mechanisierter Modelldruck) und *Walzendruck*, bei dem gravierte Kupferwalzen (Rouleauxdruckmaschine) oder reliefartig erhöhte Rollen (Reliefdruckmaschine) die Farbe auf die vorbeilaufende Stoffbahn bringen. Beim *Orbisdruck* hat die Druckwalze einen seifenhnlichen Überzug mit unbeschränkter Farbenzahl, der sich beim Drucken vollständig aufbraucht. – Die gebräuchlichste Art ist der *Aufdruck*. Die Farbe wird hierbei direkt (*Direktdruck*) durch eine der oben genannten Arten aufgetragen. Beim *Atzdruck* wird auf das vorgefärbte Gewebe eine Atze aufgedruckt, $\rightarrow$ Atzen 4). Beim *Reservage-* oder *Reservodruck* wird eine Schutzschicht (Schutzpapp) aufgedruckt, so daß die bedeckten Stellen beim nachfolgenden Färben keine Farbe aufnehmen (*Weireserve*). Wird dem Schutzpapp ein Farbstoff beigefügt, so entsteht eine *Buntreserve*. – Außer Geweben werden auch Kammzüge (*Vigourexdruck*), Stranggarn (Buntdruck, Perldruck) sowie Webketten (*Kett-druck, Teppichdruck*) farbig bedruckt.

K. SCHMIDT: Textildruck (*1961).

Zibet, das Exkret der Zibetkatze, *Viverra zibeta*, salbenartige Masse, in konzentrierter Form von unangenehm, fkalartigem Geruch, verursacht durch den Gehalt an $\rightarrow$ Zibeton und Skatol. Verwendung: Fixateur in der feinen Parfümerie.

Zibeton, zyklisches Keton der Formel:



kristallisierte Masse von feinem Moschusduft.

Ziegel, Mauerziegel, Ziegelstein, Backstein, Mauerstein, ein meist quaderförmiger Baustein aus Lehm oder Ton, die durch grobe Zerkleinerung, Wintern, Sommern, Sumpfen, Mauken oder Schlämmen, sowie durch feine Zerkleinerung und Kneten aufbereitet werden müssen. Zur Formgebung wird die feuchte Masse in hölzernen Formkästen gestrichen (*Handstrich-Z.*) oder aber maschinell auf der Strangpresse geformt. Mit der Schlagpresse wird unter sehr hohem hydraul. Druck die trockene Masse geformt. Der Trocknung, meist in Luftschruppen, oft auch durch Abwärme, folgt das Brennen bei etwa 1100°C in Ring-, Tunnel- oder Kammeröfen ($\rightarrow$ keramische Öfen). Je höher die Brenntemperatur, um so dichter und fester werden die *Mauer-Z.* mit (nach DIN) 100 (MZ 100) und 150 (MZ 150) kp/cm², sowie als *Hartbrand-Z.* 250 und als *Klinker* (bis zur

Sinterung gebrannt) 350 kp/cm² Druckfestigkeit; mineralische Flußmittel geben den für Verblendzwecke (*Verblend-Z.*) geeigneten *Vormauer-Z.* verschiedene Farben und ein dichtes Gefüge bei oft glasiger Oberfläche. *Porige Z.* werden hergestellt durch Beimengung brennbarer Stoffe (Sägemehl u. a.) zum Lehm; sie sind leicht und wärmedämmend. *Hohl-Z.*, mit einigen meist durchgehenden Hohlräumen (*Loch-Z.* und *Vielloch-Z.*), meist senkrechte Lcheranordnung, haben bei Gewichtseinsparung eine erhöhte Wrmedmmfhigkeit.

Z-Formate: Normal-Z. = 24 $\times$ 11,5 $\times$ 7,1 cm; altes „Reichs“-format = 25 $\times$ 12 $\times$ 6,5 cm. Daneben für Sichtmauerwerk andere Abmessungen.

Ziehbank, 1) Vorrichtung zum Ziehen von $\rightarrow$ Draht, Stangen und Röhren. 2) Maschine zur Herstellung von Röhren oder $\rightarrow$ Profilmaterial durch Ziehen von ebenem Blech durch Ziehdsen oder Profilwalzenpaare.

Ziehfeder, $\rightarrow$ Reißfeder.

ziehschleifen, $\rightarrow$ honen.

Zigaretten werden heute fast durchweg automatisch hergestellt. *Orient-Z.* bestehen aus Orienttabaken, *Blend-Z.* aus 50% Virgin, 35% Burley (Maryland), 15% Orient, *Stright-Z.* vorwiegend aus verschiedenen Virgintabaken engl. Art, *Schwarze Z.* aus Tabaken verschiedenster Art. Die Tabake werden befeuchtet (Klimaanlagen, Andmpfen, Vakuumverfahren), entrippt, die Rippen durch Dämpfen, Walzen, Sofieren, Schneiden, Rösten gesondert aufbereitet. Burleytabake für Blend-Z. werden mit organ. Säuren vorbehandelt, gewaschen, in einem Bad, das Lakritzen, Maple (Ahornzuckerextrakt), Kakao, Sirup (Honig), Tongaextrakte, Weichmacher und Glycerin, Glykole usw. enthält, getaucht und abtrocknet. Dann folgt das Mischen und Aufsofieren der übrigen Mischungen, Schneiden, darauf Trocknen der Orient-Z. im Luftstrom, Rösten der Tabake für Blend-, Stright- und Schwarze Z., darauf die automat. Zigarettenherstellung bei 13–15% Wassergehalt; Tagesleistung einer Z.-Maschine 800 000–900 000 Z., mit automat. Verpackung, Banderolierung, Einhüllung. *Filter-Z.* haben Filter aus stark fasrigem Papier, Papierschneitzeln, Azetatpapier mit und ohne Watteeinlage zur Zurückhaltung von Nikotin und Teer im Rauch; Filterwirkung bis 35%.

Zigarren bestehen meist aus Einlage, Deckblatt und Umblatt. Die Einlage wird gefeuchtet, maschinenentrippt, Um- und Deckblatt handentrippt. Mittels Umblatt wird mit Hand- oder Maschinenarbeit der Wickel gerollt, bei *Stuppen* verklebt, in Formen gepreßt und nach Vortrocknung das Deckblatt von Roller oder Maschine spiralförmig aufgelegt und die Enden mit Tragant oder künstlichen Klebstoffen verklebt. Danach läßt man die noch halbfleuchten Z. natürlich auf trocknen; in Großbetrieben künstl. Nachtrocknung im Klimaraum zwischen 28 und 35°C. Seit 1925 werden in Deutschland viele Z. mit Tabakstaub gepudert, seit 1950 mit Mischungen aus Tabakstaub, Talk, unter Zusatz von Anilinfarben, trocken oder feucht, mattiert.

Zimmerung, BERG- und TUNNELBAU: der Ausbau der offen zu haltenden Räume mit Holz.

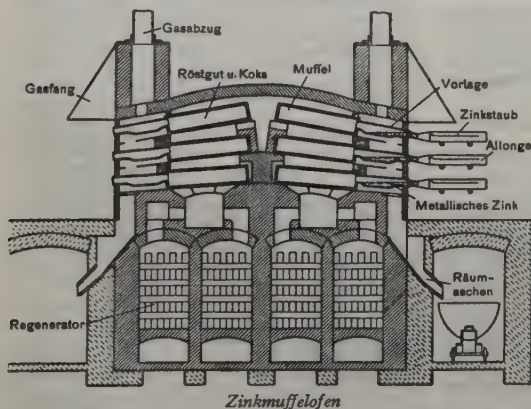
Zimtsäure, C₆H₄–CH=CH–COOH, eine aromatische Säure, die in pflanzl. Balsamen enthalten ist; ihr Aldehyd ist der wohriechende Bestandteil des Zimts und Kannels. Ihre Ester, insbes. der thylester (*thylzinnamat*) und der Methyl ester (*Methylzinnamat*), werden in der Parfümerie und Essenzenindustrie verwendet.

Zink, Zn, chemisches Element, Metall; Ordnungszahl 30, Massenzahlen 64, 66, 68, 67, 70, Atomgewicht 65,37; Schmelzpunkt 419°C, Siedepunkt 906°C, Dichte 7,13 g/cm³. Der Beginn des Verdampfens des Z. liegt schon bei 500°C. Die Zugfestigkeit des Walz-Z. beträgt 14–36 kp/mm², die Dehnung 20–60%. Das spröde gegossene Z. wird bei 90–120°C und bei 140–170°C walzbar und prebar, läßt sich lten und schweißen. An feuchter Luft bekommt es einen schützenden Überzug von basischem Z.-Karbonat.

VORKOMMEN UND GEWINNUNG. Die wichtigsten Z.-Erze sind **Zinkblende** (Oberschlesien, Harz, Rheinland, Belgien, Frankreich, Nordamerika, Australien) und **Z.-Karbonat**, edler **Galmey** (dieselben Fundorte). Sie werden geröstet und dann in Müffelföfen reduziert verschmolzen. Da das Z.-Oxid (das Röstprodukt) eine Reduktionstemperatur von 950–1100°C hat, der Siedepunkt des Z. aber schon bei 906°C liegt, erhält man es in den geschlossenen Müffeln in Dampfform. In der kühleren Vorlage wird es dann flüssig und ein kleiner Anteil in der Allonge fest (Z.-Staub). Dieses Roh-Z. wird durch Umdestillieren gereinigt. Neben dem „trockenen Verfahren“ hat die Laugerei und anschließende Elektrolyse große Bedeutung erlangt, die ein sehr reines Z. bis 99,999 % ergibt.

VERWENDUNG als Gießmetall für Armaturen, zu Legierungen (z. B. →Messing, →Neusilber, →Rotguß), als Blech zur Dachdeckung, für Abflußrinnen, für galvan. Elemente, als Draht, für Zinkfarben und zum →Verzinnen.

VERBINDUNGEN. **Zinkoxid**, ZnO , kommt als Rotzinkerz in der Natur vor und entsteht beim Verbrennen des Metalls. Mit Öl verrieben wird es als **Z.-Weiß** für Anstriche gebraucht; mit Kobaltnitrat gegläht, liefert es die Malerfarbe **Rinmanns Grün**. Außerdem wird es in Form von Salzen gegen Hautkrankheiten angewendet. Verdünnte Alkalilösungen lösen Z.-Oxid zu **Zinkaten**. **Z.-Chlorid**, $ZnCl_2$, entsteht durch Lösen von Z. in Salzsäure; es ist sehr hygroskopisch und wird zum Konservieren von Holz und Abbeizen von Metallen (bes. beim Lötten) gebraucht. **Z.-Sulfat**, $ZnSO_4$, wird aus Z.-Blende durch oxydierendes Rösten an der Luft hergestellt; es dient



Zinkmüffelföfen

in der Heilkunde als mildes Ätz- und Desinfektionsmittel. **Z.-Karbonat**, $ZnCO_3$, ist das Mineral **Zinkspat** oder **Galmey**, **Zinksulfid**, ZnS , kristallin. **Zinksulfid**, wird als Siodotblende zu Röntgenschirmen verwendet. **Zinkchromat**, **Zinkgelb**, $ZnCrO_4 \cdot Zn(OH)_2$, ist Malerfarbe.

Die Weltproduktion betrug 1961 in 1000 t: 3300. Haupterzeugungsländer: Verein. Staaten 423, Sowjetunion 404, Kanada 374, Australien 392, Mexiko 269, Peru 176, Japan 168.

Zinkätzung, **Zinkotypie**, eine →Hochätzung in Zink.

Zinkblende, kubisches Mineral, ZnS , gelb und durchsichtig bis schwarz, Tetraeder und Rhombendodekaeder sind vorherrschend; nach den Flächen des letzteren ist Z. vollkommen spaltbar; oft verzwilligt. Z. ist das wichtigste Zinkerz, hauptsächlich hydrothermaler Entstehung, häufig zusammen mit Bleiglanz, Eisenkies, Kupferkies und anderen Mineralien.

Zinken, HOLZBEARBEITUNG: das Anschneiden oder -fräsen von geraden und schwalbenschwanzförmigen Zapfen für Eckverbindungen.

Zinkit, das →Rotzinkerz.

Zinkspat, rhomboedrisches Mineral, $ZnCO_3$, meist weiß bis braun, dicht, in Krusten, bildet sich bei der Verwitterung von Zinkblende in Gegenwart von Kalkstein oder Dolomit; wichtiges und verbreitetes Zinkerz, bergmännisch zusammen mit Kieselzinkerz und anderen nichtsulfidischen Zinkerzen als **Galmey** bezeichnet.

Zinn, Sn , chem. Element, Metall; Ordnungszahl 50, Massenzahlen 120, 118, 116, 119, 117, 124, 122, 112, 114, 115, Atomgewicht 118,69; Schmelzpunkt 232°C, Siedepunkt 2430°C, Dichte 7,28 g/cm³; Zugfestigkeit gegossen 4 kp/mm², gegläht 2,75 kp/mm² bei 40 % Dehnung. **Handels-Z.** kommt in Stangen oder in Barren in den Handel, ist silberweiß, sehr geschmeidig und dehnbar, hat kristallinisches Gefüge (beim Biegen der Stangen ist ein knirschendes Geräusch, „Zinnsschrei“, allerdings auch bei Zink hörbar), läßt sich zu dünnen Blättchen auswalzen oder aushämmern (Blattzinn, →Stanniol), zu Draht ziehen und gut vergießen. An der Luft und gegen verdünnte organische Säuren ist es ziemlich widerstandsfähig. Bei Temperaturen unter 18°C geht Z. allmählich, bei großer Kälte schneller, in eine graue Abart über und zerfällt zu Pulver („Zinnpest“ bei Orgelpfeifen und Geräten in ungeheizten Räumen).

VORKOMMEN UND GEWINNUNG. Das Mineral →Zinnstein wird als „Bergzinn“, hauptsächlich aber als „Seifenzinn“ aus dem Geröll der Flußläufe gewonnen, aufbereitet, reduzierend verschmolzen, schließlich durch Saigern oder elektrolytisch raffiniert. In Dtl. und den Verein. Staaten wird auch viel Z. aus Weißblechabfällen zurückgewonnen.

VERWENDUNG für Haushaltgegenstände, Weißblech (verzinnetes Blech), →Weißmetall, insbes. →Bronzen, Lote, →Lagermetalle, in der chem. Industrie für Kühleinrichtungen, Destillierhelme und zum Verzinnen.

VERBINDUNGEN. **Z.-Monoxid**, SnO , ist ein schwärzliches, in der Emailherstellung gebrauchtes Pulver. **Z.-Dioxid**, SnO_2 , findet sich in der Natur als Zinnstein, entsteht als weißes Pulver beim Verbrennen von Z. an der Luft und wird als Poliermittel und als Zusatz zu Glasflüssen (Milchglas) verwendet. Als Säureanhydrid bildet es beim Schmelzen mit Alkalien **Stannate**. Von diesen wird das Natriumstannat als Präpariersalz in der Färberei verwendet. **Z. (II)-chlorid** (**Z.-Salz**) bildet farblose Kristalle und ist ein ausgezeichnetes Reduktionsmittel. **Z. (IV)-chlorid**, eine ätzende, an der Luft rauchende Flüssigkeit, entsteht durch Verbrennen von Z. im Chlorstrom; als **Rosiersalz** brauchen es die Färber zum Beizen. **Zinn(IV)-sulfid**, SnS_2 , wird durch Erhitzen von Z.-Amalgam mit Schwefel und Salmiak hergestellt. Die goldfarbenen Schuppen dienen als **Musivgold** zum Bronzieren.

Die Welterzeugung betrug 1961: 184000 t. Hauptproduzenten: Malaiischer Bund 56925 t, VR China 24000 t, Bolivien 20995 t, Sowjetunion 20000 t, Indonesien 18871 t, Thailand 13482 t, Nigeria 7903 t, Kongo 6675 t.

Zinnkies, tetragonales Mineral, Cu_2FeSnS_4 , isomorph mit Kupferkies, grün bis grau, metallischglänzend, enthält häufig Silberminerale als Einschlüsse und ist daher mitunter als Silbererz wichtig. Z. kommt auf Zinnsteinlagerstätten vor.

Zinnober, trigonales Mineral, HgS , rot bis schwarz, bildet sich hydrothermal aus warmen Quellen (bei etwa 80°C) an Vulkanen, meist derb. Wichtigstes Quecksilbererz mit 86 % Quecksilber; Hauptvorkommen bei Almaden in Spanien und bei Idria in Jugoslawien.

Zinnstein, tetragonales Mineral, SnO_2 , braun bis braunschwarz, selten heller, öfters verzwilligt (**Visiergrauen**, **BILD**), kommt in pneumatolyti-

Zinsrechnung – Zonarbau

schen Gängen und in kontaktmetamorphem, stark verquarztem Graniten (Greisen) oder sekundär in Seifen vor. Einziges wichtiges Zinnerz mit 78,6% Zinn. Hauptvorkommen: Hinterindien, Indonesien, Tasmanien, an manchen Orten Afrikas und Südamerikas, auch im Erzgebirge.

Zinsrechnung, das Verfahren für die Berechnung von Zinsen, eine erweiterte Prozentrechnung unter Berücksichtigung der Zeitdauer des Zinsenslaufs. Bei der *bankmäßigen Z.* wird in Deutschland, in der Schweiz und den nordischen Staaten der Monat zu 30, das Jahr zu 360 Tagen gerechnet; dagegen werden in England und den USA die Tage genau kalendermäßig gezählt, während in den übrigen Staaten meist das Jahr zu 360 Tagen, die Monate aber kalendermäßig gerechnet werden. *Deutsche Z.:*

$$k(\text{Kapital}) \times p(\text{Zinsfuß}) \times t(\text{Zinstage})$$

$$\text{oder (umgeformt zur Zinsformel)} = \frac{k \times t}{100} \left(\frac{\text{Zinszahl}}{p} \right) \left(\frac{\text{Zinsdivisor}}{p} \right)$$

Die *Zinsseszinsen* sind Zinsen, die entstehen, wenn die Zinsen eines Kapitals innerhalb eines bestimmten Zeitraumes jedesmal zum Kapital hinzugefügt und mit diesem wieder verzinst werden. Setzt man das Anfangskapital = a , den Prozentsatz = p , so ist in einem Jahr das Kapital angewachsen auf

$$k = a + \frac{ap}{100} \text{ oder } k = a \left(1 + \frac{p}{100} \right)$$

Setzt man $1 + \frac{p}{100} = q$, so erhält man bei jährlicher Anrechnung der Zinsen nach n Jahren durch Zinsseszinsen das Endkapital $k = a q^n$ (*Zinsseszinsformel*). Hieraus folgt, daß eine in n Jahren fällige Schuld k den heutigen Wert (*Barwert*)

$$c = \frac{k}{q^n} = k \left(\frac{1}{q} \right)^n \text{ hat. Diese Berechnung des Barwertes heißt Diskontierung; } q \text{ wird Verzinsungs- oder}$$

Aufzinsungsfaktor, $\frac{1}{q}$ *Abzinsungs- oder Diskontierungsfaktor* genannt. Eine Berechnung von Zinsseszinsen findet auch statt, wenn man den Endwert s von n gleich großen Spareinlagen a bestimmt, die am Anfang eines jeden Jahres eingezahlt werden. Am Ende des n ten Jahres ist $s = a q \frac{q^n - 1}{q - 1}$ (*Sparkassenformel*).

Zirkel, Gerät zum Zeichnen von Kreisen: zwei spreizbare, durch ein Scharnier verbundene Schenkel, von denen der eine in einer Spitze zum Einstechen endet, der andere den Bleistiftseinsatz oder die Reißfeder trägt. → Reduktionszirkel.

Zirkon, tetragonales Mineral, $ZrSiO_4$, braun, seltener grau oder gelb, in prismatischen Kristallen oder als Körner in Graniten, Ergußgesteinen (vom Quarzporphyr bis zum Basalt), kristallinen Schiefen und auch auf Edelsteinen. Durchsichtiger gelbroter Z. (*Hyaazinth*) und durch Brennen blau gefärbter, ursprünglich brauner Z. sind Edelsteine.

Zirkonium, Zr , chemisches Element, Metall; Ordnungszahl 40, Massenzahlen 90, 92, 94, 91, 96, Atomgewicht 91,22; Schmelzpunkt 1860°C , Siedepunkt über 2900°C , Dichte $6,49 \text{ g/cm}^3$. Wichtige Z.-Mineralien sind → Zirkon ($Zr\text{-Silikat}$, $ZrSiO_4$) und die $Zr\text{-Erde}$, in der Hauptsache $Zr\text{-Dioxiid}$, ZrO_2 , mit Quarz u. a. vermengt auch „Baddeleyit“ (Brasilien, Indien, USA). Technisch reines Z., ein stahlgraues bis silberweißes Metall, wird gewöhnlich durch Reduktion des Oxiids mit Aluminium gewonnen. Es absorbiert Gase und dient daher als Get-



Zinnstein
(Visiergrauen)

terstoff in Elektronenröhren. Der Zusatz von Z. (meist in Form des „Ferro-Z.“) zu einer Stahlschmelze bewirkt, ähnlich wie der von Titan, die Entfernung von Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel.

VERBINDUNGEN. Das $Zr\text{-Dioxiid}$, ZrO_2 , wird wegen seines hohen Schmelzpunkts (2700°C), seiner chem. Widerstandsfähigkeit und seines kleinen Wärmeausdehnungskoeffizienten zur Herstellung von Laboratoriumsgeräten und, zusammen mit Magnesiumoxid, von feuerfesten Steinen verwendet. Daneben dient es als Schleifmittel, Röntgenkontrastmittel, Farbstoff („Zirkonweiß“), zur Erhöhung der Härte von Quarzglas und der Schmelztemperatur von Silikatglas („Zirkonglas“). Bei starker Erhitzung durch ein Knallgasgebläse („Zirkonlicht“) oder durch elektr. Strom („Nernstfaden“ aus $Zr\text{-Dioxiid}$ mit Beimischung von Oxiiden der Lanthanide) leuchtet das $Zr\text{-Dioxiid}$ sehr hell. Ein aus Z. und $Zr\text{-Nitrat}$, $Zr(NO_3)_4$, bestehendes Blitzlichtpulver verbrennt mit sehr heller Flamme zu $Zr\text{-Dioxiid}$. → Zirkon wird auch als Lagersteine für Uherwerke u. dgl. verwendet. Ferner lassen sich aus ihm Düsen, Verbrennungskammern u. dgl. herstellen, die bis 1600°C formfest und gasdicht bleiben.

Zirkulator, *Richtungsgabel*, MIKROWELLENTÉCHNIK: ein unter Verwendung eines oder mehrerer vormagnetisierter Ferritkörper aufgebautes, drei- oder vierarmiges Hohlleiter-Bauteil, bei dem jeweils eine in einen Arm eingespeiste elektromagnet. Welle nur durch einen bestimmten anderen Arm wieder austritt (nichtreziprokes Verteilerglied). Der Z. wird z. B. als Antennenweiche zum Anschluß eines Senders und Empfängers an eine gemeinsame Antenne benutzt. (→ Richtungsisolator)

Zirkummeridianhöhen, die beiderseits nahe dem Meridian gemessenen Höhen eines Gestirns.

zirkumpolar, in der Umgebung eines Pols befindlich. **Zirkumpolarsterne**, die Sterne, die für einen Beobachtungsort nicht untergehen. An den Erdpolen sind alle sichtbaren Sterne z., am Äquator gibt es keine. Die Zirkumpolarsterne haben eine obere und eine untere Kulmination. Für die Orte innerhalb der Polarkreise ist während eines Teils des Jahres auch die Sonne z.

zisellieren, das Herausarbeiten von Figuren, Ornamenten usw. an gegossenen oder geschmiedeten Gegenständen durch Vertiefung der Linien und Umrisse mit Stichel, Punzen, Meißel, Feile.

Zitrate, die Salze der Zitronensäure. **Kaliumzitat** wird bei Herzoperationen mit der Herz-Lungen-Maschine in das Herz eingespritzt, um es vorübergehend zum Stillstand zu bringen.

Zitronensäure, $HO\text{-C}(CH_3\text{-CO}_2H)_2\text{-CO}_2H$, eine dreibasig organ. Säure, die sich in Pflanzen ziemlich häufig, z. B. in Zitronen, Orangen, Stachel-Johannis-, Preiselbeeren, aber auch im tierischen Organismus findet. Sie wird aus Zitronen oder auch aus Kohlenhydraten durch Gärung mit bestimmten Schimmelpilzen hergestellt und bildet weiße Kristalle. Verwendung u. a. als Zusatz in der Zeugfärberei, als Essigersatz, in pharmazeut. Zubereitungen, in Limonaden, als Weinsäureersatz.

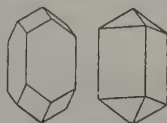
Zn, chem. Zeichen für → Zink.

Zodiakallicht, *Tierkreislicht*, ein kegelförmiger Lichtstreifen, der besonders gut zur Zeit der Frühlings-Tagundnachtgleiche am westlichen Himmel nach Sonnenuntergang, zur Zeit der Herbst-Tagundnachtgleiche am östlichen Himmel vor Sonnenaufgang sichtbar ist. Der Lichtstreifen fällt nahezu in den Tierkreis, in unseren Breiten bildet die Achse des Kegels mit dem Horizont einen Winkel von etwa 64° . Wahrscheinlich entsteht das Z. durch kosmische Staubmassen, die sich etwa in der Ebene der Erdbahn um die Sonne bewegen und das Sonnenlicht zerstreut zurückwerfen.

Zodiakus, der Tierkreis (→ Ekliptik).

Zollbauweise, eine Bauweise für selbsttragende Dachkonstruktionen in Bogenform; die früher in Holz, jetzt in Stahlbeton ausgeführten, schräg aneinander gesetzten Lamellen haben im Schnitt die Form eines Segment- oder Spitzbogens.

Zonarbau, der Aufbau mancher Kristalle aus



Zirkon

Schalen etwas verschiedener chem. Zusammensetzung und dann häufig auch verschiedener Färbung.
Zone, 1) Erdgürtel (→ Erde).

2) GEOLOGIE: kleinste Unterabt. einer Formation.

3) MATHEMATIK: jedes von zwei parallelen Kreisen eingeschlossene Stück der Oberfläche eines Rotationskörpers, z. B. die Kugelzone.

4) kristallographische Z., jede Folge von Kristallflächen, die sich in parallelen Kanten schneiden oder bei Verlängerung schneiden würden.

5) **PHYSIK.** Z. des Schweigens, *Schweige-Z.*, ein Gebiet, in dem eine heftige Detonation nicht hörbar ist; folgt auf eine Hörbarkeits-Z. von etwa 50 km Radius und erstreckt sich über eine Entfernung von 120–170 km vom Explosionsherd: dort wird der Schall wieder hörbar. Diese äußere Hörbarkeits-Z. kommt zustande durch die Krümmung der Schallstrahlen in der oberen Stratosphäre. Da dort die Lufttemperatur mit der Höhe zunimmt, ergibt sich ein nach unten gekrümmter Schallweg.

6) Tote Z., $\rightarrow$ Kurzwellen.

Zonenlinse, 1.) eine $\rightarrow$ Ringlinse. 2.) $\rightarrow$ Zonenplatten. **Zonenplatten**, *Zonenlinsen*, Glasplatten mit konzentrischen, undurchsichtigen und durchsichtigen Ringen (Zonen), deren Breiten aus der Fresnelschen *Zonen*theorie der Interferenz berechnet werden. Z. ermöglichen ähnl. wie Glaslinsen, jedoch nicht durch Brechung, sondern durch Beugung, eine opt. Abbildung.

Zonenschmelzverfahren, Verfahren zur Darstellung sehr reiner Metalle. Durch einen hochfrequenten Strom wird induktiv in einem Metallstab eine sehr schmale Schmelzzone erzeugt, die langsam wandert. Beim Wiedererstarren gibt das flüssige Metall Verunreinigungen an die wandernde Schmelzzone ab und bleibt selbst gereinigt zurück.

Zoosterine, → Sterine.

Zr, chem. Zeichen für →Zirkonium.

Zsigmondy, Richard, Chemiker, * 1865, † 1929, Prof. in Göttingen, führte bahnbrechende Arbeiten auf dem Gebiet der Kolloidchemie durch, erfand 1903 das Ultramikroskop, 1918 den Membranfilter, 1922 den UltrafeinfILTER. 1925 Nobelpreis.

Zucker, 1 CHEMIE: in Wasser meist leicht lösli. Kohlenhydrate, genauer Oxyaldehyde und Oxyketone, d. h. Aldehyde und Ketone mehrwertiger Alkohole; wichtige organ. Aufbau- und Reservestoffe. Zu den *Monosacchariden* (einfache Z.) gehören neben den weniger wichtigen *Triosen* und *Tetrosen* bes. die *Pentosen* mit 5 und die *Hexosen* mit 6 C-Atomen. Durch Zusammentreten mehrerer Moleküle von Monosacchariden entstehen die *Oligo-* und die *Polysaccharide* (zusammengesetzte Z.).

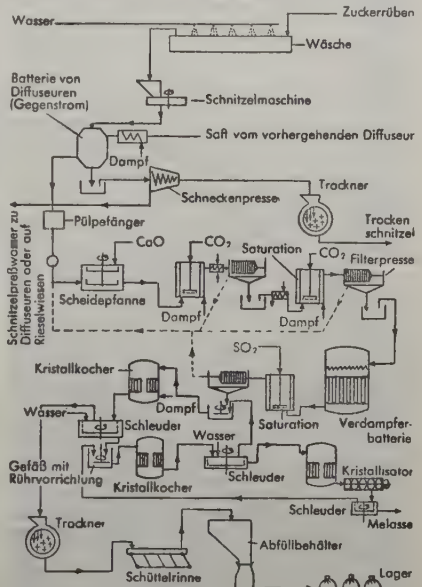
Pentosen, $C_5H_{10}O_5$, kommen in Pflanzen zu Polysacchariden, den *Pentosanen*, verbunden vor; zu ihnen gehören Ribose, Arabinose, Xylose, Hexosen, $C_6H_{12}O_6$, schmecken süß und sind gärfähig. Sie sind Oxidationsprodukte schwerer Alkohole: Glukose aus Sorbit, Mannose aus Mannit, Galaktose aus Dulzit. Heptosen, $C_7H_{14}O_7$, können künstlich aus Hexosen hergestellt werden.

Oligosaccharide sind die *Disaccharide*, *Trisaccharide* und *Tetrasaccharide*. Die wichtigsten Disaccharide sind Saccharose oder Rohrzucker, der gewöhnl. Z. des Handels, ferner Malz-Z. (Maltose) und Milch-Z. (Laktose). Trisaccharide sind die Raffinose und die Gentianose, ein Tetrasaccharid die Stachyose.

Polysaccharide, ($C_6H_{10}O_5$), entstehen durch Zusammenlagerung zahlreicher Moleküle einfacher Z. unter Wasserabspaltung. Zu ihnen gehören bes. Stärke, Zellulose, Inulin, Pentosane und Glykogen, im weiteren Sinne auch Pflanzengummi, Agar-Agar und Pektine, ferner auch blutgruppenspezif. Substanzen, Heparin und Hyaluronsäure.

2) **LEBENS MITTELTECHNOLOGIE:** Der gewöhnliche Handels-Z., ist chemisch → Rohrzucker, $C_{12}H_{22}O_{11}$, und wird technisch aus Z.-Rohr und Z.-Rüben (Rüben-Z.) gewonnen, Z.-Rohr wird in allen trop. Ländern angebaut, bes. auf Java, Kuba, in Vorderindien. Die Stengel werden zwischen Walzen zermalm; die Weiterverarbeitung des Saftes geschieht auf ähnliche Weise wie bei den Zuckerrüben. Zuckerrüben werden in Schnitzelmaschinen zerkleinert und dar-

auf in eisernen Zylindern (Diffuseuren) im Gegenstromverfahren mit heißem Wasser ausgelaugt. Der Zuckersaft mit etwa 12 bis 15 % Z. wird mit Kalkmilch versetzt (Scheidung). Dadurch werden freie Säuren wie Oxalsäure, Zitronensäure und Phosphate gefällt und die Eiweiß- und Farbstoffe niedergeschlagen. Überschüssige Kalkmilch geht als Saccharat in Lösung, das durch Einleiten von Kohlen-



*Zucker: Schema der Herstellung von Rübenzucker
(nach R. Heiss, Lebensmitteltechnologie)*

dioxid gespenen und als Sättigungsschlamm von der Lösung filtriert wird. Häufig folgt noch eine weitere Entkalkung durch Ionenaustauscher oder eine weitere Entfärbung durch Schwefeldioxid (Schwefeln). Zur Anreicherung von Z. wird das Filtrat, der Dünnsaft, bei niedriger Temperatur in Vakuumapparaten eingedickt. Das erste Anreicherungsresultat, der Dicksaft, wird darauf nach Abfiltrieren von Kalziumkarbonaten in Kochapparaten verkocht, bis durch Übersättigung der Lösung der Z. kristallförmig ausfällt. Nach dem Erkalten scheidet sich weiter Z. ab, der durch Zentrifugieren von dem nichtkristallisierenden Sirup getrennt wird. Dieser Roh-Z. ist braungelb und siruphaltig. Zur Reinigung wird er raffiniert, d. h. in Rübenmaischen mit reiner Z.-Lösung gewaschen, abermals in Zentrifugen abgeschleudert, aufs neue gelöst und über Entfärbungsfilter (Kohlenfilter) geleitet. Die nun nahezu wasserhelle Lösung wird eingedampft. Aus der Kochkläre wird Würfel-Z., Platten-Z., und Raffinade hergestellt. Ein besonderer Zweig der Z.-Fabrikation ist die Gewinnung von Kandis-Z. Dieser wird als Fadenkandis aus besonders reinen Säften in großen Wannen erhalten. An darüber gespannten Fäden bilden sich beim Abkühlen die Kristalle. Fadenloser Kandis entsteht durch Waschen von Kandiskristallen, die in übersättigte Z.-Lösungen getaucht und durch geeignete Vorrichtungen schwimmend gehalten werden.

Die Weltzeugung an Rübenzucker betrug 1961 in 1000 t: 23 500. Haupterzeugerländer: Sowjetunion 6630, Frankreich 2187, Verein. Staaten 2157, Polen 1689, Bundesrepublik Deutschland 1533. — Die Weltzeugung an Rohrzucker betrug 1961 in 1000 t: 31 300. Haupterzeugerländer: Kuba 6767.

Brasilien 3354, Indien 3086, Philippinen 1530, Mexiko 1488, Australien 1371.

Zuckersäure, $\text{COOH} \cdot [\text{CH}(\text{OH})]_4 \cdot \text{COOH}$, zweibasige organ. Säure, die bei der Oxydation von Glukose entsteht.

Zug, 1) MECHANIK: die Beanspruchung eines Körpers durch zwei auseinanderstrebende, gegenseitig wirkende Kräfte. **2) WEBEREI:** eine Vorrichtung am Webstuhl zum Heben und Senken der Schäfte bei der Fachbildung. **3) SEIDENERSCHWUNUNG:** die Aufeinanderfolge der einzelnen Behandlungsbäder. **4) FEUERUNGSANLAGEN:** eine Luftströmung, die durch Temperaturunterschiede in der Feuerung und dem Schornstein entsteht, führt die für die Verbrennung nötige Luftmenge heran. Der Z. kann auch künstlich durch $\rightarrow$ Fliehkraftlüfter erzeugt werden (*Unterwind- und Saugfeuerung*).

Zugband, bei BOGENBRÜCKEN eine Verbindung der Auflagerpunkte, bewirkt, daß aus lotrechter Belastung nur lotrechte Auflagerdrücke auf die Unterstützung übertragen werden. $\rightarrow$ Brücken.

Zugbeeinflussung, Vorrichtung an Eisenbahnstrecken, die einen Zug zum Halten bringt, wenn die entsprechenden Signale nicht rechtzeitig beachtet werden. Bei der *mechanischen Z.* (*Fahrsperre*) ist neben dem Gleis ein mit dem Hauptsignal in Verbindung stehender Anschlag angebracht, der bei Haltstellung gegen einen am vordersten Fahrzeug befindlichen Hebel schlägt (hörbares und sichtbares Signal auf dem Führerstand) und dadurch die Bremse auslöst. Da die mechanische Z. für große Geschwindigkeiten ungeeignet ist, wird für Fernbahnen meist die *induktive Z.* (*Indusi*) angewandt, bei der Dt. Bundesbahn nach der Dreifrequenzbauart. Im Magneten an der Lokomotive werden durch den auf der Lokomotive arbeitenden Dreifrequenzwechselstromgenerator gleichzeitig 3 magnet. Kraftfelder erzeugt. In jedem der 3 Lokomotiv-Wechselstromkreise liegt ein Haupt- oder Impulsrelais, das die Übertragungswirkung der Strecke aufnimmt und die beabsichtigte Auswirkung auf der Lok einleiten kann. Dieses Relais hat zwei Magnete, von denen der eine ständig durch Gleichstrom von 24 V, der andere durch Wechselstrom einer bestimmten Frequenz (500, 1000 oder 2000 Hz) erregt wird. Da dieser überwiegt, liegt ein zwischen den Magnetpolen angebrachter Kippanker im Ruhezustand am Wechselstrommagneten an. Neben dem Gleis ist ein auf die gleiche Frequenz abgestimmter elektrischer Schwingungskreis aus einem Magneten mit Kondensator eingebaut, über den die Lokomotivmagneten in einem Abstand von rund 140 mm hinweggleiten. Bei Fahrtstellung des Signals ist der Kondensator kurzgeschlossen und die Abstimmung dadurch aufgehoben. Bei Haltstellung dagegen wird der Schwingungskreis des Gleismagneten durch den Wechselstrommagneten der Lokomotive erregt und dadurch ein starker Strom erzeugt, der rückwirkend den Wechselstrom auf der Lokomotive so sehr schwächt, daß nun die Kraft des Gleichstrommagneten überwiegt. Der Kippanker schlägt um und ruft die gewünschte Z. hervor. Die Frequenzen 500/1000/2000 Hz sind längs der Strecke wie folgt eingesetzt: Ein Gleismagnet mit 1000 Hz liegt am Vorsignal zur Wachsamkeitsüberprüfung. Drückt der Lokomotivführer bei Warnstellung des Vorsignals innerhalb von 5 Sekunden auf der Lokomotive die Wachsamkeitstaste, wird die Beeinflussung wieder rückgängig gemacht, andernfalls wird der Zug zwangsweise gebremst. Der zweite Gleismagnet mit 500 Hz liegt in der Regel 150 m vor einem Hauptsignal, das besondere Gefahrenpunkte deckt. Dieser Magnet bewirkt Zwangsbremmung, wenn die Fahrtgeschwindigkeit nicht auf höchstens 65 km/h herabgesetzt ist. Der dritte Gleismagnet mit 2000 Hz beim Hauptsignal wirkt bei Haltstellung als unbedingte Fahrsperre, die vom Lokomotivführer nicht beseitigt werden kann. Jede Wirkung der Z. wird auf dem Papierstreifen des schreibenden Geschwindigkeitsmessers aufgezeichnet, der in Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg abläuft. Die *elektrisch-optische Z.* (nach BASELER) hat sich nicht

bewährt; von einem auf der Lokomotive aufgebauten Scheinwerfer wird ein Lichtstrahl ausgesandt, der bei Haltstellung des Hauptsignals auf einen mit dem Signal gekuppelten Tripelspiegel fällt. Dieser reflektiert den Lichtstrahl auf eine auf der Lokomotive befindliche Selenzelle. Hierdurch wird der elektr. Widerstand der Selenzelle so verringert, daß die Stromstärke in einem durch sie gehenden Stromkreis erheblich ansteigt. Auf diese Weise kann wieder über ein Relais die Zugbremsung oder eine andere Art der Z. hervorgerufen werden.

zugeschnitten, FERTIGUNGSTECHNIK: das Schneiden der Drallnuten in den Lauf oder das Rohr von Feuerwaffen, durchgeführt nach Art des Nuten-schneidens mit mehreren Schneiden, wobei das mehrschneidige Werkzeug durch das Werkstück entweder gezogen oder gestoßen wird, unter gleichzeitiger Drehung um seine Achse entsprechend dem vorgeschriebenen Drall.

Zugfeld, STATIK: in Diagonalrichtung ausgebeultes Blechfeld, das in Richtung der Zugfalten Zugkräfte und somit in Verbindung mit Randversteifungen auch Schubkräfte übertragen kann.

Zugfolgestellen sind alle Bahnanlagen, die einen Streckenabschnitt (Blockstelle) begrenzen, in den ein Zug nicht einfahren darf, bevor ihn der vorausgefahrte Zug verlassen hat.

Zugfunk, drahtlose Fernsprechverbindung zwischen fahrenden Eisenbahnzügen und dem öffentlichen Fernsprechnet, arbeitet wie der $\rightarrow$ Landstraßenfunk mit Ultraschwellen (165 bis 170 MHz) und Frequenzmodulation zwischen posteigenen festen und bahneigenen bewegl. Landfunkstellen. Die festen Z.-Vermittlungsämter sind in etwa 100 km Abstand auf natürlichen Anhöhen eingerichtet.

Zugkraft, die von einer Lokomotive oder einer Zugmaschine am Zughaken abgegebene Kraft, ist bei ausreichender Leistung der Antriebsmaschine proportional dem auf den Antriebsrädern ruhenden Gewicht und der Reibung zwischen Antriebsrädern und Fahrbahn.

Zugmeldestellen sind diejenigen Zugfolgestellen, durch die die Reihenfolge der Züge auf der freien Strecke bestimmt wird.

Zugmittelgetriebe, ein Getriebe, in dem wenigstens ein nur oder überwiegend auf Zug beanspruchbares Getriebe-glied (*Zugmittel, Track*) zur Kraft- oder Bewegungsübertragung dient, z. B. Riem-, Ketten-, Seilgetriebe.

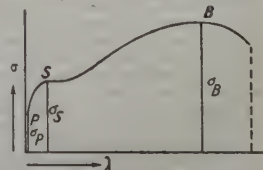
Zugriffszeit, die Wartezeit bei Speichern in $\rightarrow$ Rechenautomaten.

Zugversuch, das wichtigste Verfahren zur Festigkeitsprüfung von Werkstoffen unter einachsiger, ruhender Zugbeanspruchung. Aufschluß über die Beziehung zwischen angreifender Kraft und der von ihr verursachte Verlängerung, bleibende Verformung oder Bruch in Abhängigkeit von Elastizität, Härte und Zähigkeit des Werkstoffes gibt das *Kraft-Verlängerungs-Schaubild*. – Der Z. wird mit der $\rightarrow$ Zerreißmaschine durchgeführt.

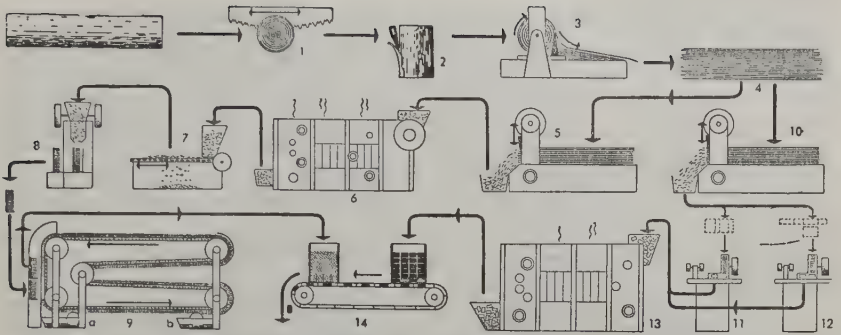
Zulage, BAUTECHNIK: die Brettlage, auf der die Konstruktionsteile einer Holzkonstruktion (z. B. Dach) in natürl. Größe aufgezeichnet werden.

Zündblättchen, Zündplättchen, Knallmunition für Kinderpistolen, mit Gummiarabicum angeriebenes schlagempfindl. Gemenge von rotem Phosphor und Kaliumchlorat zwischen zusammengeklebten Papierblättchen.

Zunder, Walzsinter, Hammerschlag, die meist lockere Eisenoxidschicht auf Stahl und Gußeisen,



Zugversuch: Kraft-Verlängerungs-Schaubild (*Spannungs-Dehnungs-Diagramm*); σ Spannung, λ bleibende Dehnung; P Proportionalitätsgrenze (zugehörige Spannung σ_P), S Streckgrenze (zugeh. Spannung σ_S), B Bruchgrenze (Bruchspannung σ_B).



Zündholz: Schema der Herstellung. 1 Zersägen und 2 Entrinden der Baumstämme. 3 Schälen und 4 Stapeln des Holzdrahtspans. 5 Abschlagmaschine. 6 Trockenkammer. 7 Schüttelsieb. 8 Gleichlegemaschine. 9 Zündholzkompлектmaschine; a Paraffinwanne, b Wanne mit Zündmasse. 10 Schachtelteilmaschine zum Ausschneiden und Stanzen von Außen- und Innenschachteln. 11, 12 Klebmaschinen für Außen- und Innenschachteln. 13 Trockenkammer. 14 Schachtelfüllmaschine.

die sich bei Erhitzung in Luft oder anderen oxydierenden Gasen bildet. Stahl heißt *zunderbeständig*, wenn nicht mehr als $1 \text{ g/m}^2 \text{ h}$ der Oberfläche bei $800\text{--}1200^\circ\text{C}$ verزندert wird. Die Z.-Beständigkeit fördern Gehalte an Cr, Al, Si, Ni.

Zünder, Vorrichtung zur Einleitung der Zündung von Explosivstoffen, meist ein Schlagbolzen, der auf eine Zündpille trifft und damit die Sprengladung über eine besondere Zündladung, ggf. auch nach Verzögerung durch einen aus Pulver gepreßten Verzögerungssatz, zur Detonation bringt. Beim *Aufschlag-Z.* wirkt der Schlagbolzen durch seine Trägheit, beim *Zeit-Z.* wird die Zündung nach Abbrennen eines Pulversatzes oder Ablauf eines Uhrwerks ausgelöst. *Nah-Z.* wirken auf Grund eines vom Geschöß aufgefundenen Schall- oder Funk-echos oder durch Wasser- oder Luftdruck oder nach magnet. Auslösung. Einfachste Z. ohne Schlagbolzen wirken allein durch Deformation. Handgranaten-Z. werden durch eine Zugschnur ausgelöst.

Zündholz, Streichholz, Holzstäbchen mit einer Zündmasse an der Kuppe, die sich beim Reiben an rauher Fläche entzündet. Zur Herstellung des „Holzdrahtes“ werden von Pappelholzklotzen dünne Holzbänder geschält, in Streifen von mehreren Z.-Längen geschnitten, auf der Abschlagmaschine in Stäbchen von Z.-Länge und -Breite unterteilt. Die gereinigten und polierten Hölzchen werden auf der Gleichlegemaschine jeweils zu mehreren Tausend in Rahmen eingespannt und mit den Enden zuerst in eine Pfanne mit Paraffin, dann in Zündmasse getaucht. Nach dem Trocknen werden sie in Schachteln gefüllt. Eine Kompletmaschine liefert bis 10 Millionen Z. täglich. – Die Zündkopfmasse enthält ein Bindemittel (Gummi, Leim, Tragant), ein Oxydationsmittel (Kaliumchlorat mit Beimengungen von Kaliumbichromat, Braunerstein u. dgl.), Schwefel als Flammenträger und einen die Reibung erhöhenden Körper (Bimsstein, Glaspulver). Die Reibflächenmasse besteht aus rotem Phosphor und manchmal Antimontrisulfid, Bindemittel, Farbzusatz, Glaspulver.

Die auf allen rauhen Flächen entzündl. *Überallzünder* enthalten im Zündkopf roten ungiftigen Phosphor, auch eine Masse aus Kaliumplumbat, rotem Phosphor und Bindemitteln oder Sulfophosphit mit Kaliumchloratzusatz.

Zündhülsen, Sprengkapseln, kleine Kupfer- oder Aluminiumhülsen mit Zündstoff-

fien wie Knallquecksilber, Bleiazid oder Diazodinitrophenol.

Zündkerze, bei Ottomotoren ($\rightarrow$ Verbrennungsmotor) der Teil, der die $\rightarrow$ Zündung des im Zylinder verdichteten zündfähigen Gasgemisches bewirkt: Ein Isolierkörper trägt im Inneren eine Mittelelektrode; er wird von einem Stahlgewinde, das die Masselektrode trägt, umfaßt und damit im Zylinderkopf festgeschraubt. Zwischen Mittelelektrode und Masselektrode (Abstand $0,4\text{--}0,8 \text{ mm}$) springt der Zündfunke (16000 V , Hochspannungszündung) über.

Zündladung, bei brisanten Sprengladungen ein kleiner zylindr. Körper aus gepreßtem, hochbrisantem Sprengstoff, z. B. Pikrinsäure, der als Zwischenglied zwischen Zünder oder Sprengkapsel einerseits und der schwerer entzündbaren Sprengladung andererseits deren richtige Entzündung gewährleistet.

Zündlunte, mit Salpeter oder Kaliumchlorat getränkte Löschpapierrollchen, die als Zündhilfe zum Erleichtern des Anlassens bei kleinen Verbrennungsmotoren in den Brennraum gebracht werden. Sie entzünden sich bei der Temperatur der verdichteten Luft und glühen einige Umdrehungen lang nach.

Zündöl, ein leicht zündender Kraftstoff, der bei Verwendung schwer zündender Kraftstoffe (Teeröl u. a., z. B. im $\rightarrow$ Dieselmotor) als Zusatz verwendet wird. Das Z. kann dem schwer zündenden Kraftstoff beigeigemisch werden, muß dann aber einen erheblichen Anteil ausmachen. Kleinere Mengen reichen aus, wenn es vor dem schwerzündenden Kraftstoff eingespritzt wird, so daß bei dessen Eintritt in den Zylinder das Z. bei hohen Temperaturen verbrennt.

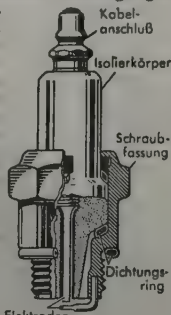
Zündpatrone dient bei kleinen Dieselmotoren zum Anlassen des kalten Motors. Sie ermöglicht die Entzündung des Brennstoffes auch dann, wenn im Zylinder die erforderl. Zündtemperatur noch nicht vorhanden ist. Als Z. werden chemisch besonders zubereitete Papierstreifen verwandt.

Zündschnur, Mittel zur Zündung von Sprengkapseln. *Schwarzpulverschnüre* werden durch Umspinnen und Teeren eines Schwarzpulverstranges hergestellt; Verbrennungsgeschwindigkeit etwa 1 cm/s . Detonierende *Sprengschnüre* mit Zündgeschwindigkeiten bis 7000 m/s bestehen aus umspinnendem und mit Polyvinylchlorid ummanteltem Nitropentaerythrit.

Zündsicherung verhindert bei Gasgeräten und Gasfeuerstätten das Ausströmen unverbrannten Gases. Die Gaszufuhr zum Brenner wird beim Öffnen des Wasserhahnes nur dann freigegeben, wenn ein von der Zündflamme erhitzter Bimetallstreifen das Sicherheitsventil öffnet.

Zündstoffe, $\rightarrow$ Explosivstoffe.

Zündung, bei $\rightarrow$ Verbrennungsmotoren sowohl



Zündkerze: Aufbau

der Vorgang der Entzündung des Kraftstoff-Luftgemisches wie die Zündanlage der Ottomotoren. Bei $\rightarrow$ Dieselmotoren und Kohlenstaubmotoren ($\rightarrow$ Kohlenstaub) wird der Kraftstoff durch die bei der Kompression der Luft und des Gemisches entstehende Wärme gezündet, beim $\rightarrow$ Glühkopfmotor an dem heißen Glühkopf.

Bei Ottomotoren wird elektrisch durch Zündfunken gezündet (*Fremd-Z.*). Die *Niederspannungs-Z.* (etwa 70 V) wird für liegende Gasmaschinen in Form der *Abreiß-Z.* auch heute noch verwendet. Der Zündfunken wird durch Auseinanderreißen eines stromdurchflossenen Kontaktes erzeugt. Der Zündstrom wird von einer Batterie oder einem Magnetapparat geliefert. Bei der meist angewandten *Hochspannungs-Z.* springt ein hochgespannter Zündfunke an den Elektroden einer $\rightarrow$ Zündkerze über. Die hohe Spannung wird in der Sekundärwicklung eines $\rightarrow$ Funkeninduktors erzeugt. Bei *Batterie-Z.* wird der Primärstrom einer Akkumulatorenbatterie entnommen, bei *Magnet-Z.* wird er in einem Generator mit permanenten Magneten erzeugt. Zur Verteilung der Funken auf die einzelnen Zylinder eines Mehrzylindermotors dient ein rotierender $\rightarrow$ Verteiler. Der Zündzeitpunkt kann durch Verdrehen des Unterbrechergehäuses auf Früh- oder Spät-Z. eingestellt werden. Das Gemisch wird gezündet, kurz bevor oder kurz nachdem der Kolben die obere Totpunktlage erreicht hat. *Früh- oder Vor-Z.* wird bei schnelllaufenden Ottomotoren angewandt, da mit der normalen Verbrennungsgeschwindigkeit, die bis zu 20 m/s beträgt, ein Teil des Gemisches zur guten Wärmenutzung im oberen Totpunkt verbrannt sein soll. *Spät-Z.* wird beim Anwerfen des Motors von Hand gebraucht, um ein schlagartiges Rückdrehen der Kurbelwelle zu vermeiden.

Zurichtung, $\rightarrow$ Leder, $\rightarrow$ Buchdruck.

zusammentragen, **BUCHBINDEEREI**: die gedruckten und numerierten Bogen oder Seiten eines Druckwerkes in die für die einzelnen Exemplare richtige Reihenfolge bringen.

Zuschläge, 1) **HÜTTENKUNDE**: Stoffe zur Bildung einer günstigen Schlacke, z. B. Kalkstein, Kalk, Salz, Sand, Flußspat; Stoffe zum Entfernen der Eisenbegleiter Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor u. dgl.

2) **BAUTECHNIK**: Stoffe, die bei der Herstellung von $\rightarrow$ Mörtel und $\rightarrow$ Beton dem Bindemittel zugegeben, den Baustoffcharakter (z. B. Kiesbeton) bestimmen.

Zuschuß, **DRUCKTECHNIK**: eine über die bestellte Auflage hinausgehende Anzahl von Bogen, die notwendig ist, um den während des Druckes entstehenden Ausschuß (Makulatur) auszugleichen.

Zustandsänderung, der Übergang eines Stoffes aus einem Aggregatzustand (fest, flüssig, gasförmig) in einen andern, wobei Wärme verbraucht oder abgegeben wird. Der Übergang vom festen in den flüssigen Zustand heißt *Schmelzen*, vom flüssigen in den gasförmigen *Verdampfen*, vom gasförmigen in den flüssigen *Kondensieren*. Der unmittelbare Übergang vom festen in den gasförmigen Zustand heißt *Sublimieren*.

Zustandsdiagramm, die schaubildliche Darstellung des Gleichgewichts der Zustandsgrößen von Stoffen, die durch $\rightarrow$ Zustandsgleichungen beschrieben werden können. In *Einstoffsystemen* liegt ein einziger Stoff vor, z. B. Wasser (Zustandsformen: Eis, Wasser, Dampf), in *Zweistoffsystemen* zwei in der Konzentration veränderliche Komponenten, z. B. binäre Legierungen, bei denen insbes. die Zustandsformen der kristallinen Gefügebestandteile von Interesse sind, in *Mehrstoffsystemen* mehrere Komponenten. Technisch bedeutsam sind die Z. von Legierungen, in denen an Zustandsformen die Schmelze und verschiedene kristalline Zustände auftreten. Sie werden meist als in Konzentration und Temperatur veränderl. Zweistoffsysteme dargestellt. Bei Legierungen mit 3 oder mehr Komponenten ergeben sich verwickelte räumliche Z. oder solche in höheren, nicht mehr darstellbaren Räumen; man begnügt sich dann mit ebenen Schnittdarstellungen oder verebneten Darstellungen.

Zustandsgleichung, **THERMODYNAMIK**: eine Gleichung, die die gegenseitige Abhängigkeit von drei den Zustand eines physikal. Systems kennzeichnenden Größen darstellt, wenn das System sich im thermodynam. Gleichgewicht befindet. Die *thermische Z.* gibt den Zusammenhang zwischen den direkt meßbaren Zustandsgrößen eines homogenen Körpers: Druck, Volumen und Temperatur wieder, z. B. das Gesetz für ideale Gase ($\rightarrow$ Gas). Die *kalorische Z.* gibt die innere Energie oder die $\rightarrow$ Enthalpie in Abhängigkeit von Temperatur und Druck, Volumen oder anderen Veränderlichen an. Die *reduzierte (thermische) Z.* enthält als Veränderliche Druck, Volumen und Temperatur als Vielfache der kritischen Daten ($\rightarrow$ kritischer Zustand).

A. EUCKEN - E. WICKE: Grundriß der physikal. Chemie (*1959).

Zustandsgrößen der Sterne sind diejenigen Eigenschaften, die einen Stern als physikal. Körper beschreiben, wie Masse, Radius, Dichte, Temperatur, Leuchtkraft, Rotation, Schwerkbeschleunigung und magnet. Zustand.

Zwänglauf liegt in einem $\rightarrow$ Elementenpaar, einer kinematischen $\rightarrow$ Kette oder einem $\rightarrow$ Getriebe vor, wenn Punkte eines bewegten Gliedes gegenüber dem Gestell oder einem beliebigen anderen Glied eindeutig bestimmbare Bahnlinien durchlaufen. In zwängläufigen kinemat. Ketten und Getrieben sind die Relativbewegungen und damit auch die relativen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen aller Glieder eindeutig bestimmt.

Zweibildmessung, **Zweibildinstrumente**, Arbeitsweise und Geräte der Stereophotogrammetrie ($\rightarrow$ Photogrammetrie).

Zweidrahtbetrieb, **NACHRICHTENTECHNIK**: eine Betriebsart, bei der 2 Drähte für beide Gesprächsrichtungen gemeinsam benützt werden im Gegensatz zum *Vierdrahtbetrieb*. Bei gleichem Drahtquerschnitt sind die Leitungskosten für Z. geringer als für Vierdrahtbetrieb, doch ist die maximale Länge einer Zweidrahtverbindung wegen der Schwingung der im Leitungszug liegenden Zweidrahtverstärker begrenzt (gleiche Frequenzlage für beide Gesprächsrichtungen vorausgesetzt).

Zweiphasenstrom, Verbindung zweier gleichfrequenten Wechselströme mit 90° Phasenverschiebung; heute kaum noch angewandt.

Zweischneider, **FERTIGUNGSTECHNIK**: Maschinenwerkzeug, meist mit zwei Hartmetallschneiden, zum Bohren von spröden Werkstoffen wie Glas, Porzellan, Stein.

Zweistandgetriebe sind $\rightarrow$ Getriebe, die mit nur zwei Gliedern, zumeist An- und Abtrieb, im Gestellglied geführt werden.

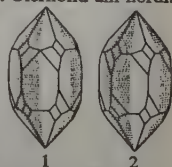
Zweitorenmaschine, eine für den Qualitätsdruck verwendete Hochdruckpresse, deren ständig umlaufender, sich abwechselnd hebender und senkender Druckzylinder jeweils erst nach jedem zweiten Umlauf druckt.

Zwergsterne, Sterne von der Art der Sonne, die den mittleren und unteren Teil der Hauptreihe des $\rightarrow$ Hertzsprung-Russell-Diagramms bilden.

zwicken, **SCHUHFABRIKATION**: den Schaft über den Leisten ziehen und befestigen; geschieht von Hand mit der *Zwickzange* oder maschinell mit der *Zwickmaschine*.

Zwillinge, 1) **ASTRONOMIE**: Sternbild am nördl. Himmel mit den Hauptsternen Kastor α und (südl. von ihm) Pollux β .

2) **KRISTALLOGRAPHIE**: miteinander verwachsene Kristallindividuen, die wenigstens eine Netzebene, die *Verwachsungsebene*, gemeinsam haben. Verbreitet sind zwei Gruppen von Z.: 1) die beiden Individuen spiegeln sich an einer gemeinsamen Netzebene, der *Zwillingsebene* (*Ebenen-Z.*, **BILD 1**), 2) die beiden Individuen sind



Zwillinge: 1 *Ebenen-Zwillinge*, 2 *Achsen-Zwillinge beim Quarz* (jeweils eines der Individuen ist schraffiert).

gegeneinander um 180° um eine Gerade, die *Zwillingsschneide*, gedreht (*Achsen-Z.*, BILD 2). Sind mehrere gemeinsame Netzebenen möglich, so kann durch deren Abwechseln die Verwachsungsfläche unregelmäßig werden, oder die Individuen durchwachsen sich (*Durchkreuzungs-Z.*). Wiederholte Verzwillingung von mehr als zwei Individuen führt zu *Drillingen*, *Vierlingen* und allgemein *Viellingen*.

In der METALLKUNDE ist die *Z.*-Bildung neben Gleitvorgängen für die Verformung metallischer Werkstoffe maßgebend.

Zwinge, 1) schraubstockähnliches Werkzeug zum Aufeinanderpressen, meist von Holzteilen; 2) Metallring, an Werkzeuggriffen, Wanderstöcken u. ä. aufgepreßt, um ein Einreißen des Holzes zu verhindern.

Zwirne entstehen durch Zusammendrehen (Verzwirnen) von 2 oder mehreren einfachen Garnen. Man unterscheidet: Einstufige und mehrstufige *Z.* (= *Doppel-Z.* mit *Vor-* und *Auszwirnen*) sowie glatte und Effekt-*Z.* (*Kräusel-*, *Frotté-*, *Bouclé-*, *Schlinggen-*, *Schlaufen-Z.*).

Zwischenbürstenmaschine, eine Sonderbauart des Gleichstromgenerators, bei der die Ankerwicklung zur Erregung magnet. Arbeitsfelder herangezogen wird. Hierzu dienen Zwischenbürsten, die zwischen den Hauptbürsten angeordnet und meist kurzgeschlossen sind. → *Metadyne*.

Zwischenfrequenz, → *Rundfunktechnik*.

Zwischenstufenvergütung, eine isotherme Vergütung: Abschrecken von Stählen auf $200\text{--}350^\circ\text{C}$ und so lange bei dieser Temperatur belassen, bis Umwandlung in das Zwischenstufengefüge eingetreten ist, dann an Luft abkühlen.

Zyan, Verbindung aus Kohlenstoff und Stickstoff, kommt als Radikal oder Ion CN^- in vielen Verbindungen und als freier gasförm. Stoff, *Dizyan*, der Zusammensetzung $\text{N}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{N}$ vor; Siedepunkt $-20,7^\circ\text{C}$, Schmelzpunkt $-34,4^\circ\text{C}$. *Z.* entsteht aus Ammoniumoxalat und Phosphorpentoxid durch Wasserabspaltung; dargestellt wird es am einfachsten im Lichtbogen zwischen Graphitelektroden in Stickstoffatmosphäre. Es hat stechenden, zu Tränen reizenden Geruch; Explosionen von *Zyan-Sauerstoff-Gemischen* sind überaus heftig. Die Giftwirkung ist bei Warmblütern geringer als die seiner Wasserstoffverbindung, der *Blausäure*.

VERBINDUNGEN. Mit Wasserstoff bildet *Z.* die *Zyanwasserstoffsäure* (→ *Blausäure*), eines der am schnellsten wirkenden Gifte, das schon beim Einatmen von $0,06\text{ g}$ das Atemzentrum lähmt und damit eine „innere Erstickung“ bewirkt. Ihre Salze sind die *Zyanide*. Am bekanntesten ist das *Kaliumcyanid* (*Zyanalkali*), KCN , ein farbloses, in Wasser und Alkohol lösliches, an der Luft zerfließendes, in Würfeln kristallisierendes Salz. Da es schon unter Einwirkung schwacher Säuren, z. B. der Kohlensäure der Luft, *Blausäure* abspaltet, ist es ähnlich giftig wie die *Blausäure* selbst. Technisch wird es durch Erhitzen von gelbem Blutlaugensalz mit Kaliumkarbonat gewonnen. Wie das ähnliche *Natriumcyanid*, NaCN , wird es vor allem zum Auslaugen von Gold und Silber nach dem *Zyanidverfahren* verwendet (*Zyanidlaugerei*). Die Sauerstoffsäure des *Z.* ist die *Zyansäure*; sie tritt auf in zwei isomeren Formen als normale und als Isozyansäure oder Karbimid, HO-CN und HN=C=O .

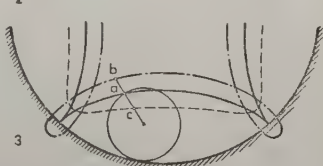
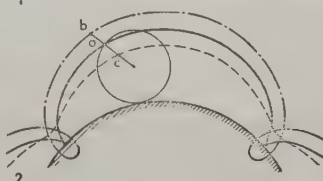
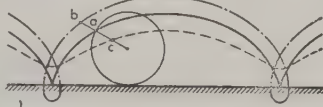
Zyanhydrine, *Oxymitrile*, organ. Verbindungen, die durch Addition von *Blausäure*, HCN , an die C=O -Gruppe der Aldehyde und Ketone entstehen; wichtig für Synthesen.

Zyaninfarbstoffe, vom → *Chinolin* abgeleitete wichtige Farbstoffe zum Sensibilisieren von Photoplaten.

Zyansulfosäure, *Sulfozyansäure*, die Rhodanwasserstoffsäure, → *Rhoda*.

zyklische Kurve, ebene Kurve, die von einem Punkt auf dem (verlängerten) Radius eines rollenden Kreises beschrieben wird. Je nachdem, ob der Punkt innerhalb des Kreises, auf dem Kreis oder außerhalb des Kreises liegt, entstehen gestreckte (verlängerte), gespitzte (gewöhnliche) oder verschlungene

(verlängerte) *z. K.*; die gewöhnlichen nennt man *Zykloiden*, die verkürzten und verlängerten *Trochoiden*. Rollt der Kreis auf einer Geraden, so erhält man gewöhnl. oder gemeine *Zykloiden* oder *Tro-*



zyklische Kurve: 1 gewöhnliche Zykloide (a) und gewöhnliche Trochoiden (b, c), 2 Epizykloide (a) und Epitrochoiden (b, c), 3 Hypozykloide (a) und Hypotrochoiden (b, c).

choiden, rollt er auf einem Kreis, so entstehen *Epizykloiden* oder *Epitrochoiden*, rollt dagegen ein kleinerer Kreis in einem größeren, so erhält man *Hypozykloiden* oder *Hypotrochoiden*. Die *Epi-* und *Hypozykloiden* sind bei Zahnradgetrieben wichtig.

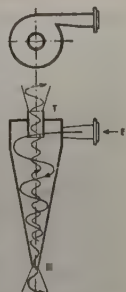
zyklische Verbindungen, *Zykloverbindungen*, organ. Verbindungen, die einen Atomring enthalten. Die Ringatome können entweder alle gleichartig sein (*isozyklische Verbindungen*), oder aus verschiedenenartigen Atomarten bestehen (*heterozyklische Verbindungen*). Außer Verbindungen mit einem Ring (*monozyklische* oder *einkernige Verbindungen*) gibt es auch Körper mit mehreren Ringsystemen (*bi-* oder *polyzyklische* oder *mehrkernige Verbindungen*). Haben in mehrkernigen Verbindungen zwei Ringe zwei Kernatome gemeinsam (wie im Naphthalin, Anthrazen u. a.), so spricht man von *kondensierten Ringen*.

Zyklohexanol, *Hexalin*, $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{OH}$, ein gutes Lösungsmittel für Lacke und Emulgierungsmittel für Seifen. Das zugehörige Keton, *Zyklohexanon*, $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}$, ist Ausgangsstoff für das zur Herstellung der Perlonfaser benötigte Kaprolaktam.

Zykloide, → *zyklische Kurve*. **Zyklokautschuk**, harzartige Umwandlungsprodukte, die aus natürl. Kautschuk durch Einwirkung von starken Säuren oder bestimmten Salzen erhalten werden. Verwendung in der Lack- und Farbenindustrie sowie bei der Kautschukverarbeitung.

zyklometrische Funktionen, → *Winkelfunktionen*.

Zyklon, *Fliehkraftabscheider*, *Wirbeler*, Gerät zur Abscheidung von Feststoffen aus gasförmigen oder flüssigen Tragmedien (Staub aus Gasen, Feststoffe aus Trüben). In den zylindrischen Teil des am unteren Ende trichterförmig zumlaufenden Gehäuses wird das zu trennende Gemisch tangential mit



Zyklon: Schema eines Hydrozyklons; E Trübeausgabe, D Unterlaufdüse, T Austrittsöffnung für geklärtes Wasser.

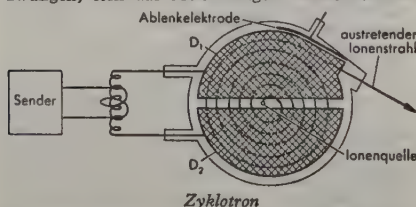
Zyklone - Zystin

so großer Geschwindigkeit eingeführt, daß infolge der Wirkung der Zentrifugalkraft die spezifisch schwereren Teile sich an der Wandung absetzen und in den Trichter fallen. Die leichteren Teile werden durch ein in den trichterförmigen Teil ragendes Tauchrohr nach oben ausgetragen. Bestimmend für die Grenzgewichte der Trennung in Bodenaustrag und Tauchrohr-austrag ist das Durchmesserverhältnis Tauchrohr zu Bodenaustragdüse. Die trocken arbeitenden Z. sind oft den Windsichtern nachgeschaltet. Naß arbeitende Z. dienen zum Eindicken oder werden in der Schwerflüssigkeitsaufbereitung angewandt, in der Sortierung unter Verwendung von spezifisch schweren Flüssigkeiten. Beigefordertem hohem Entstaubungsgrad oder großen Luftmengen werden Z. nur als Vorentstauber verwendet und Elektro- oder Tuchfilter nachgeschaltet.

Zyklone, Tief, Gebiet mit gegenüber der Umgebung tiefem Luftdruck, in dem die Winde den Kern auf der Nordhalbkugel entgegen dem Uhrzeiger (*zyklonal*), auf der Südhalbkugel im Uhrzeigersinn umkreisen, hat einen Durchmesser von 300–3000 km. In mittleren und höheren Breiten kommt es im Bereich einer Z. meist zu Abkühlung, Kondensation und zu Wolken- und Niederschlagsbildung. In mittleren Breiten entstehen Z. durch Wirbelbildung und Auslenkung der Höhenströmung; ihre Lebensdauer beträgt meist 2–4 Tage. Tropische Z. entstehen über den Meeren bei Wassertemperaturen über 27°C und feuchtstabiler Vertikalschichtung in der äquatorialen Zone. In polaren Breiten treten häufig relativ eng (500–1000 km) begrenzte und langlebige Höhen-Z. auf, die wegen ihres Aufbaus aus extrem kalter Luft (Kaltlufttropfen) am Boden kaum in Erscheinung treten.

Zyklootatetraen, C_8H_8 , der dem Benzol entsprechend aufgebaute Kohlenwasserstoff mit einem Achtring; wird durch Polymerisation des Azetylen hergestellt.

Zyklotron, ein in der Kernphysik verwendeter Beschleuniger für elektrisch geladene Teilchen. Die Teilchen werden durch ein starkes Magnetfeld gezwungen, sich auf kreisförmigen Bahnen in der



Zyklotron

Mittelebene einer flachen, in zwei Hälften (*Duanten*) D_1 und D_2 (Bild) geteilten Metalldose zu bewegen, die sich in einem hochvakuierten Gefäß befindet. D_1 und D_2 sind durch einen schmalen Spalt voneinander getrennt, in dessen Mitte die Ionenquelle liegt, und werden an eine hochfrequente Wechselspannung gelegt, so daß sie abwechselnd positiv-negativ und negativ-positiv sind. Dies erfolgt in einem solchen Takt, daß ein Ion beim Übertritt von D_1 nach D_2 in A eine Beschleunigung erfährt, bei seiner Ankunft in B eine weitere, usw. Die Bahnen des Ions werden immer in derselben Zeit durchlaufen; ihre Radien nehmen in demselben Maße zu, wie die Geschwindigkeit des Ions wächst. Als Gesamtbahn ergibt sich eine Spirale. Kommt das Ion schließlich in die Nähe des Randes, so wird es durch eine Ablenkelektrode (*Deflektor*) abgelenkt und tritt dann tangential aus.

Beliebig hohe Energien können mit dem gewöhnlichen Z. nicht erreicht werden, da bei sehr hohen Geschwindigkeiten die Masse des Ions merklich zunimmt und damit die Übereinstimmung zwischen Feldfrequenz und Umlauffrequenz gestört wird. Diese Schwierigkeit wird beim *Synchro-Z.* durch Herabsetzen der Umlauffrequenz mittels Drehkondensatoren überwunden. Wirkungsvoller arbeitet das *relativistische Isochron-Z.* Bei ihm ist das Magnetfeld nicht mehr kreissymmetrisch, sondern durch Einteilung in Radial- oder Spiralektoren abwechselnd hoher und niedriger Feldstärke azimuthal variiert. Dadurch wird es möglich, die Abnahme der Umlauffrequenz durch eine mittlere radiale Zunahme des Magnetfeldes zu kompensieren und die Teilchen bis zur äußersten Bahn auch bei relativistischen Geschwindigkeiten gleichmäßig (isochron) umlaufen zu lassen. In neueren Isochron-Z. teilt man auch das beschleunigende Feld weiter auf, z. B. in Sektoren von je 60°.

Zylinder, 1) MATHEMATIK: eine Fläche, die entsteht, wenn eine gerade Linie (Mantellinie) an einer irgendwie gestalteten ebenen Kurve, z. B. einem Kreis (*Kreis-Z.*), gleitend im Raum fortbewegt wird, ohne daß sich dabei ihre Richtung ändert.



Zylinder: 1 gerader Kreiszylinder, 2 schiefer parabolischer Zylinder.

Diese Fläche heißt in der elementaren Geometrie auch Z.-Mantel und der von ihr umschlossene Raum Z. In der Geometrie ist ein Z. ein →Kegel, dessen Scheitel ein Fernpunkt des projektiven dreidimensionalen Raumes ist. Darin liegt, daß die Grundlinien des Z., d. h. seine Schnittkurven mit einer Ebene, keine Kreise und diese Ebenen nicht zu den Erzeugenden des Z. senkrecht zu sein brauchen.

2) MASCHINENBAU: allgemein ein Hohlkörper von meist kreisförmigem Querschnitt; im besonderen der *Arbeits-Z.* der Kolbenmaschinen, in dem sich der Kolben bewegt.

Zylinderlinse, eine →Linse mit zylindr. Begrenzungsflächen; dient z. B. zum Zusammenziehen eines Spaltbildes, als Brillenglas zur Behebung des Astigmatismus des Auges (→Brille).

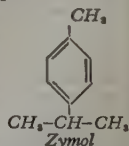
Zylinderprojektion, ein Kartennetzentwurf (→Kartenprojektion).

Zymase, Sammelname für Enzyme der Hefe, die für die Gärung notwendig sind (E. BUCHNER 1897). **Kozymase** ist ein speziell für Dehydrierungen notwendiges Koenzym (→Enzyme), das bei der Gärung eine ausschlaggebende Rolle spielt.

Zymol, p-Isopropylmethylbenzol, kommt in vielen ätherischen Ölen vor. Seine Konstitution liegt vielen Terpenen zugrunde.

Zystein, schwefelhaltige, lebensnotwendige →Aminosäure, die im Zellstoffwechsel zur Regelung des Redoxpotentials zusammen mit →Zystin eine Rolle spielt.

Zystin, schwefelhaltige →Aminosäure mit Disulfidbindung, Oxydationsprodukt des →Zysteins, kommt hauptsächlich in Hornsubstanzen (Haaren, Nägeln, Hörnern, Federn) vor; lebensnotwendiger Eiweißbaustein, fehlt nur in einigen pflanzl. Proteinen und im Leim.



DATE DUE

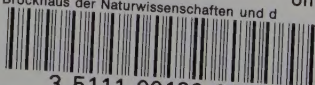
11/13/03 NOV 07 2003

WITHDRAWN FROM
OHIO NORTHERN
UNIVERSITY LIBRARY

CAYLORD

PRINTED IN U.S.A.

HETERICK MEMORIAL LIBRARY
503 B86 1964
/Brockhaus der Naturwissenschaften und d onuu



3 5111 00129 0612

57562

503

1386

1964

57562 / BROCKHAUS DER NATURWISSEN
ACCES NO
CALL NUMBER
MAIN ENTRY

DO NOT REMOVE FROM THE BOOK POCKET
A FEE WILL BE CHARGED FOR LOSS OF OR
DAMAGE TO THIS CARD.

MASTER

HETERICK MEMORIAL LIBRARY
ADA, OHIO 45810

CTLC

Heterick Memorial Library
Ohio Northern University
Ada, Ohio 45810

